

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY KARLOVY

Katedra fyzické geografie a geoekologie

**ANALÝZA SRÁŽKO-ODTOKOVÝCH PROCESŮ
SKŘEMELICE**

ANALYSE OF PRECIPITATION-RUNOFF PROCESSES OF THE
SKŘEMELICE RIVER

(bakalářská práce)

Radka ŠAFAŘÍKOVÁ

Vedoucí práce: RNDr. Miroslav Šobr, Ph.D.

PRAHA 2009

Na tomto místě bych chtěla poděkovat RNDr. Miroslavu Šobrovi, Ph.D. za vedení bakalářské práce, paní Evě Plášilové z Českého hydrometeorologického ústavu za poskytnutí srážkových úhrnů ze stanice Nová Bystřice, RNDr. Jiřímu Žaloudíkovi, CSc. z Biologického centra AV ČR v Českých Budějovicích za poskytnutí geodat z modelového území a Ing. Mgr. Františkovi Zemkovi, Ph.D. z Ústavu systémové biologie a ekologie AV ČR v Českých Budějovicích za cenné rady.

Prohlašuji, že jsem zadanou bakalářskou práci vypracovala sama a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje.

Praha, 20. 8. 2009

podpis

.....

ABSTRACT

The main aim of this bachelor's thesis is to evaluate precipitation-runoff process in the river basin of Skřemelice – the right inflow of Lužnice and to compare natural conditions and the runoff process between the river basin Skřemelice and upper Lužnice. Many factors exist which involve rainfall and runoff in the river basin, and this thesis in more detail describes one of them - the complex characteristic of natural conditions, concretely geology, geomorphology, climatology, pedology and biogeography of the interest area.

Hydrography of the river basin is no less important characteristic which describes features of the fluvial network and the whole river basin. The previous part of the thesis deals with this topic.

The concrete evaluation of precipitation-runoff process in the river basin of Skřemelice is based on the data series from several hydrometric and storage-rain stations and the results are interpreted by graphs and charts.

OBSAH

1. ÚVOD	6
2. METODY A POUŽITÁ DATA	7
2.1 Metody	7
2.2 Použitá data	7
3. VYMEZENÍ ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ	9
3.1 Poloha	9
3.1.1 Průběh toku	10
4. FYZICKO - GEOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA POVODÍ	11
4.1 Geologická charakteristika	11
4.2 Geomorfologická charakteristika	12
4.2.1 Novobystřická vrchovina	13
4.3 Klimatická charakteristika	14
4.3.1 Klimatická oblast	14
4.3.2 Srážky	15
4.3.3 Teplota vzduchu	15
4.3.4 Povětrnostní podmínky	16
4.4 Pedologická charakteristika	16
4.5 Biogeografická charakteristika	17
4.5.1 Novobystřický bioregion	17
4.5.2 Vliv vegetace na odtok	18
4.6 Chráněná území	19
5. HYDROGRAFIE POVODÍ	20
5.1 Říční síť	20
5.2 Povodí	22
6. SRÁŽKOVÉ POMĚRY V POVODÍ	23
6.1 Průměrná výška srážek v povodí	23
6.2 Srážkoměrné stanice v povodí	23
6.3 Měsíční rozložení srážek	24
6.4 Roční rozložení srážek	25
7. ODTOKOVÉ POMĚRY V POVODÍ	28
7.1 Měrné jednotky odtoku	29

7.1.1 Odtok	29
7.1.2 Průtok	29
7.2 Vodoměrné stanice v povodí	30
7.3 Denní průtoky	30
7.4 Měsíční průtoky	33
7.5 Roční průtoky	36
8. POROVNÁNÍ ODTOKOVÝCH POMĚRŮ HORNÍ LUŽNICE A SKŘEMELICE	41
9. DISKUZE	46
10. ZÁVĚR	48
11. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERATURY	49
11.1 Literatura	49
11.2 Datové, mapové a internetové zdroje	50
12. SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ A TABULEK	51

1. ÚVOD

V České republice jako i v jiných zemích probíhá monitoring povrchových vod, který slouží k hodnocení dlouhodobých změn přírodních podmínek, k sestavení vodní bilance, k plánování v oblasti vod, pro ochranu před povodněmi a k hodnocení odtokového režimu v povodí a jeho změn způsobených antropogenní činností (MŽP ČR, 2009).

Tato bakalářská práce si klade dva základní cíle. Prvním je nezávisle na sobě zhodnotit, popsat a vysvětlit srážkové a odtokové poměry v povodí Skřemelice a zároveň zhodnotit vztah mezi srážkami spadlými na povodí a jejich odtokem. Druhým cílem této práce je na základě přírodních podmínek v povodí a řad průměrných denních průtoků zhodnotit a především porovnat odtokové poměry dvou povodí, Skřemelice a horní Lužnice.

Odtokový režim povodí je závislý na celé řadě faktorů, ať přírodních či antropogenních. Tato práce se však podrobněji věnuje jen některým z nich, konkrétně charakteristice přírodních poměrů a jejich jednotlivých složek a charakteristice vlastností povodí a říční sítě v něm.

Pochopení srážko-odtokového procesu v povodí spolu se znalostí dopadů antropogenních zásahů do upravenosti říční sítě a využití půdy nám umožňuje předpovídat roční chod odtoku jednotlivých vodních toků a v případě nutnosti včas zabránit katastrofálním situacím v podobě povodní, které jsou v poslední době bohužel stále častější.

2. METODY A POUŽITÁ DATA

2.1 Metody

Hlavní metodou používanou v této práci je metoda statistická, aplikovaná na průměrné denní průtoky a srážkové úhrny z měřicích stanic v povodí. Pomocí aritmetického průměru byly stanoveny průměrné měsíční a roční průtoky a srážkové úhrny. Použitím variačního koeficientu byla získána míra variability jednotlivých měsíčních průtoků v závislosti na vodnosti řeky.

K detailnějšímu hodnocení trendů v odtokovém režimu byla jako hlavní použita metoda jednoduchých a podvojných součtových čar. Jednoduché součtové čáry se získají postupným přičítáním hodnot průtoků jdoucích chronologicky za sebou. Aby bylo možné součtové čáry porovnávat, používají se pro sestrojení relativní hodnoty kumulovaných průtoků a srážek. Proložení grafu lineární regrese získáme představu o dlouhodobém trendu. Nalezení významných odchylek či zlomů může značit změny v odtokovém režimu, které mohou být způsobeny jak antropogenními úpravami říční sítě a změnami ve využití půdy, tak změnou srážkových úhrnů (Kliment a Matoušková, 2007).

Podvojně součtové čáry se používají k porovnání homogenity jedné časové řady pomocí jiné řady. V tomto případě byly použity relativní hodnoty kumulovaných denních průtoků a jako druhá řada byly zvoleny srážkové úhrny.

K odvození průměrných srážkových úhrnů v povodí byla použita součtová metoda. Tato metoda i některé další jsou blíže popsány v kapitole 6. Srážkové poměry v povodí.

Jako další byla vyjádřena pravděpodobnost překročení ročních průtoků kvůli zhodnocení roční vodnosti toku. Na základě této metody byla popsána míra vodnosti Skřemelice v jednotlivých rocích hydrologického měření průtoků ve stanici Hoheneich.

K vyjádření rozkolísanosti denních průtoků ve vodoměrných stanicích Amaliendorf a Hoheneich byla použita čára překročení průměrných denních průtoků (histogram kumulativních četností).

2.2 Použitá data

Pro tuto bakalářskou práci byly použity řady průměrných denních průtoků z vodoměrných stanic v povodí Skřemelice (Amaliendorf, Hoheneich) a Lužnice (Ehrendorf) (Obr. č. 1). Délky časových řady se poměrně liší, nejdelší doba měření probíhala ve stanici

Hoheneich (1951 - 2005), ve stanici Amaliendorf probíhalo měření v období 1976 –2005 a ve stanici Ehrendorf v období 1971 – 2005.

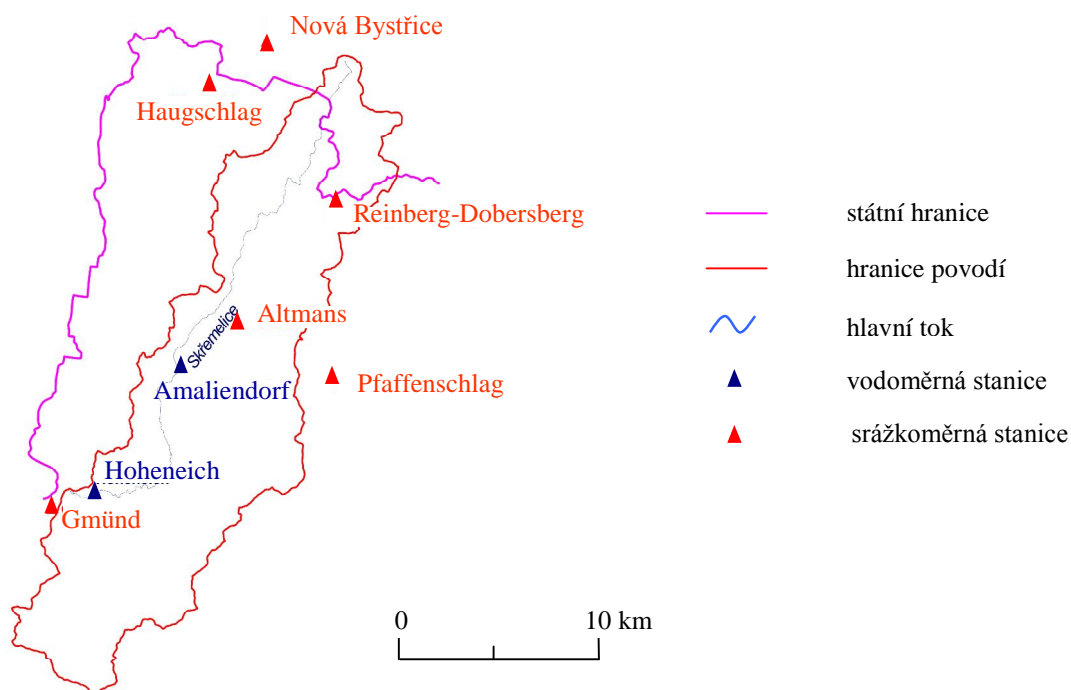
Dále byly použity řady průměrných denních srážkových úhrnů ze dvou stanic v povodí Skřemelice (Altmans, Reinberg-Dobersberg) a ze čtyř stanic v těsné blízkosti povodí (Nová Bystřice, Haugschlag, Pfaffenschlag a Gmünd). Časové řady měření jsou následující: Altmans a Haugschlag (1976 – 2001), Reinberg-Dobersberg (1975 – 2001), Nová Bystřice, Pfaffenschlag a Gmünd (1971 – 2001).

Data pro českou část povodí (stanice Nová Bystřice) byla získána v pobočce ČHMÚ v Českých Budějovicích, ostatní data byla stažena z rakouského serveru Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Lebensministerium, 2009).

Chybějící data byla nahrazena průměrnými hodnotami vypočítanými ze zbývajících dat z příslušných stanic.

Geodata z modelového území poskytl RNDr. Jiří Žaloudík, CSc. z Biologického centra AV ČR v Českých Budějovicích.

Veškeré obrázky, tabulky a grafy uvedené v této bakalářské práci jsem zpracovala na základě zde uvedených dat za použití programů OCAD a MS Excel.



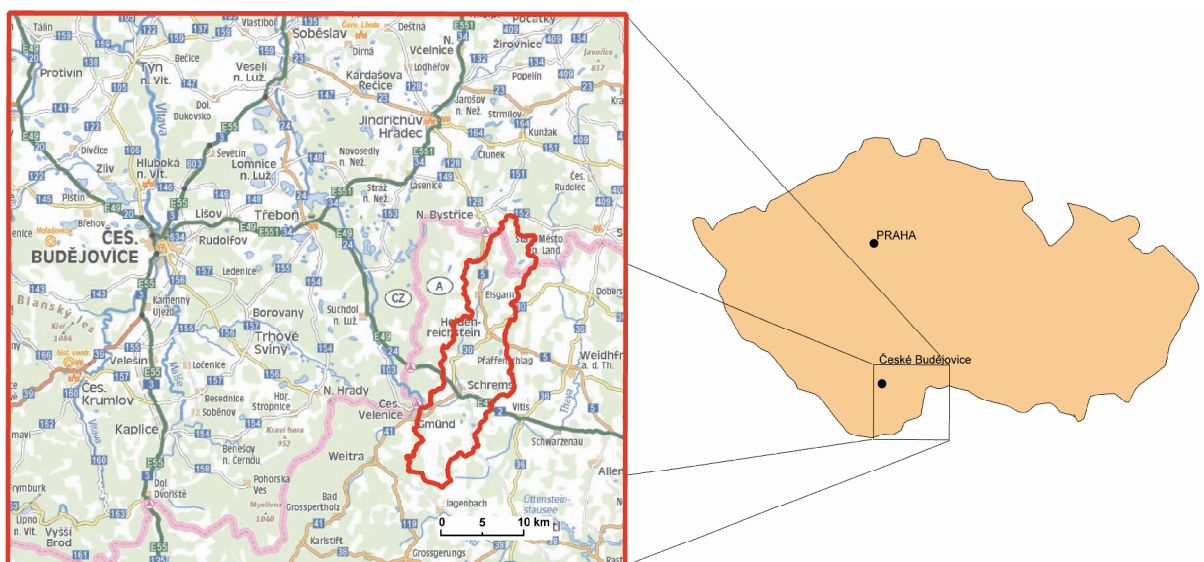
Obr. č. 1: Rozmístění vodoměrných a srážkoměrných stanic v povodí Skřemelice.

Zdroj: Geodata poskytnutá RNDr. Jiřím Žaloudíkem, CSc.; ČHMÚ; Lebensministerium, 2009

3. VYMEZENÍ ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

3.1 Poloha

Povodí řeky Skřemelice se nachází částečně na území jižních Čech a částečně na území Dolního Rakouska (Obr. č. 2). Povodí je značně asymetrické, neboť většina přítoků je levých. Skřemelice (rakouský název Braunaubach) je pravým přítokem Lužnice se soutokem v Gmündu, v Rakousku. Pramení v České republice v Přírodním parku Česká Kanada na okraji Klášterského lesa v nadmořské výšce 650 m n. m. a ve vzdálenosti asi 4,5 km od města Nová Bystřice. Nicméně naprostá většina povodí s celkovou rozlohou 292,592 km² se nachází v Rakousku, ve spolkové zemi Dolní Rakousko, v historickém území Waldviertel a převážně v okrese Gmünd. Celková délka toku je 37,3 km, přičemž pouze prvních 4,9 km s plochou povodí 8,9 km² leží v České republice (v tom jsou zahrnuty i 2 km toku, které jsou součástí státní hranice). Skřemelice je tok IV. řádu, který náleží do povodí Labe, a vody Skřemelice proto patří do úmoří Severního moře. Hydrologické pořadí řeky je 1-07-01-003 až 1-07-01-007 (Kolektiv autorů, 1965).



Obr. č. 2: Vymezení povodí Skřemelice. Zdroj: Planstudio Praha, geodata poskytnutá RNDr. Jiřím Žaloudíkem, CSc.

V povodí Skřemelice se nachází poměrně velké množství rybníků, které představují významný prvek ovlivňující srážko-odtokový proces. Prospěšné působení rybníků na své okolí spočívá zejména v ochraně níže ležícího území před záplavami, v sycení podzemních vod, v možnosti závlah okolních pozemků, ve vyšší vlhkosti vzduchu, zvětšení zásob vody, vyrovnávání průtoků v povodí menších toků a nadlepšování říčních průtoků v době jejich nízkých stavů.

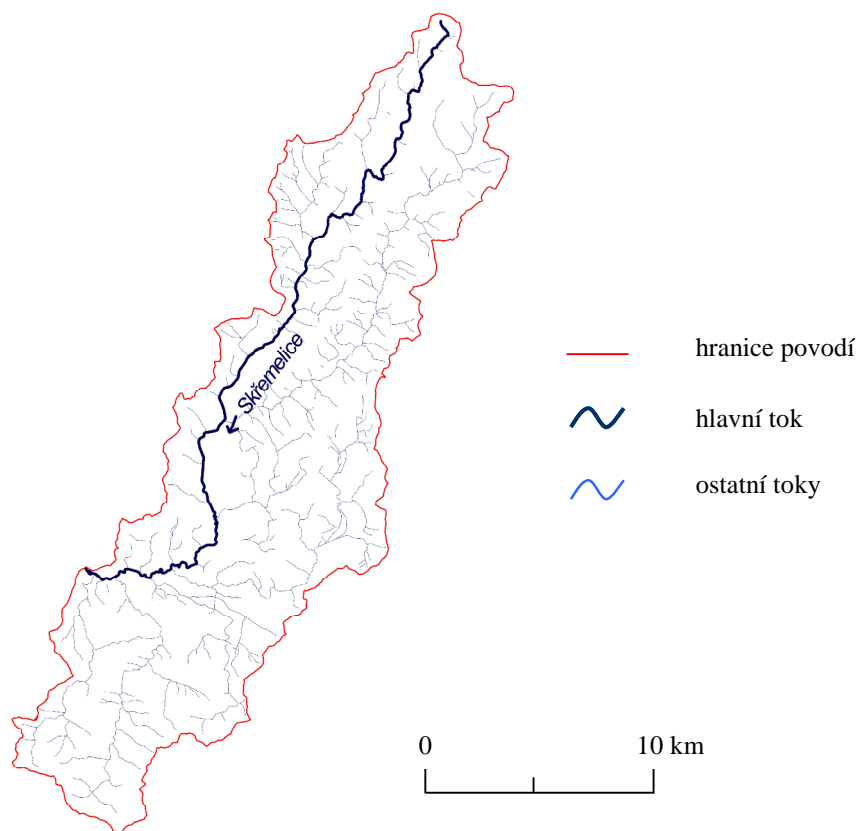
Rybníky také fungují jako velké akumulátory tepla, čímž příznivě působí na klimatické a vegetační poměry ve svém blízkém okolí. Na úrovni mikroklimatu přispívají vodní plochy k teplotní stabilizaci. Mimo jiné se zde zvlhčují proudící větry, což může způsobit nárůst srážkových úhrnů blízkých návětrných svahů.

Nepříznivě může rybník na své okolí působit prostřednictvím zaplavování a podmáčení přilehlých pozemků a vytváření bažinných, neproduktivních a hygienicky závadných ploch (Švec, Nekovár a Vojtěch, 1967; Janeček, 1969).

3.1.1 Průběh toku

Od pramene teče Skřemelice přibližně směrem na JJZ až do doby, kdy po necelých 3 km přitéká k česko-rakouské hranici (Obr. č. 3). Zde se stáčí k jihu a v délce 2 km se stává součástí hranice. V tomto úseku teče řeka podél západního svahu Starohuťského vrchu (703 m n. m.) a na východ od rakouské obce Hirschenschlag.

Skřemelice poté pokračuje směrem na JJZ přes obce Reingers, Leopoldsdorf, Groß-Radischn, Eisgarn, Eberweis, Ameliendorf-Aalfang, Kollersdorf a Schrems, kde se stáčí k západu přes obec Hoheneich k městu Gmünd. Zde se nachází soutok Skřemelice s Lužnicí (Lainsitz). Cestou Skřemelice přibírá značné množství menších i větších přítoků, z nichž můžeme jmenovat například větší levé přítoky Eisgarner Bach (soutok jižně od obce Eisgarn), Räubersgraben (soutok v obci Eberweis), Romaubach (soutok severně od obce Ameliendorf-Aalfang), Schwarzbach (soutok jižně od Schrems) a Elexenbach (soutok mezi městy Hoheneich a Gmünd).



Obr. č. 3: Říční síť v povodí Skřemelice. Zdroj: Geodata poskytnutá RNDr. Jiřím Žaloudíkem, CSc.

4. FYZICKO – GEOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA POVODÍ

Fyzicko-geografické poměry jsou jedním z důležitých faktorů, které hrají rozhodující roli ve velikosti odtoku, jeho plošném a časovém rozložení a v mnoha dalších hydrologických jevech s ním spojených. Proto je nezbytná jejich podrobná charakteristika.

4.1 Geologická charakteristika

Převládající geologickou jednotkou na území České republiky je Český masív, mající přibližně kosočtverečný tvar a tvořený především variscidy, tedy východní částí hercynského orogenního pásma. Český masív se skládá z 5 základních stavebních jednotek lišících se stavbou a stářím hornin. Nejstarší stavební jednotkou je Moldanubikum (Moldanubická kra) zaplňující prostor mezi tokem Vltavy a Dunaje, výrazně přesahující do Rakouska a nacházející se v oblasti zájmového povodí.

Moldanubikum je tvořeno horninami prekambriického a paleozoického stáří a je charakterizováno poměrně velkými rozdíly v litologickém vývoji a složitou stavbou. Nejrozšířenějšími horninami jsou silně přeměněné horniny – metamorfity (převažují pararuly, dále ortoruly, granulity, amfibolity, serpentinity aj.) prostoupené intruzivními tělesy hlubinných granitoidních hornin (žuly, granitoidy), které již nebyly metamorfovány.

Tyto hlubinné vyvřeliny granitoidního typu na území Moldanubika tvoří dva plutonické komplexy - centrální a středočeský pluton. Centrální (moldanubický) pluton podkovovitého tvaru je největším hlubinným tělesem Českého masivu. Jedna jeho větev směřuje k SZ na Šumavu a dále do SRN, druhá větev vybíhá z rakouského Waldviertelu k SSV a zasahuje do většiny území povodí Skřemelice (Chábera, 1998; Chlupáč et al., 2002).

Horniny moldanubického plutonu je možné rozdělit podle posloupnosti intruzí do třech skupin:.

1. Starší synorogenní plutonity (vzniklé současně s horotvornou činností), které chladly ve spodním karbonu a bývají spojovány s rozsáhlou migmatizací svého okolí. Převažují zde porfyrické hrubozrnné biotitické granity až granodiority s vyrostlicemi ortoklasu (weinsberský typ), amfibolicko–biotitické granodiority typu Schlierengranit a méně časté kvarcdiority, tonality a jiné.

2. Poněkud mladší, většinou již postorogenní granitoidy, které jsou datovány do svrchního karbonu. Jsou to hlavně dvojslídne granity aeisgarnského typu (např. číměřský, landštejnský, melechovský) a různé typy středně zrnitých granitů až monzodioritů.

3. Nejmladší granitoidy freistadtského typu a pod povrchem skrytá tělesa granitoidů s výrazně magnetickými projevy (hlavně JV od Nové Bystřice) z období spodního karbonu (Chlupáč et al., 2002).

Do povodí Skřemelice také vybíhají třetihorní jezerní uloženiny z Českobudějovické a Třeboňské pánve, avšak jen jako málo mocné zbytky v oblasti rakouského Gmündu (Bouček a Kodým, 1963).

4.2 Geomorfologická charakteristika

Dnešní vzhled reliéfu je výsledkem dlouhého geomorfologického vývoje, který probíhal v různých fyzicko-geografických podmínkách. Na vývoj reliéfu působily jak pohyby zemské kůry, tak i charakter hornin a změny podnebí (teplé vlhké a teplé suché podnebí třetihor, chladné podnebí pleistocénu, současné mírné, vlhké podnebí holocénu). Reliéf je výsledkem neustálého protikladného působení endogenních pochodů probíhajících v zemské

kůře nebo ve svrchním plášti a exogenních pochodů probíhajících na zemském povrchu (Chábera, 1998).

Výšková členitost povodí se pohybuje v rozmezí 480 až 750 m n. m. Relativní výšková členitost v první třetině povodí je výrazně vyšší než ve zbývajících částech a projevuje se vyšším spádem toku Skřemelice (Graf č. 1). Výjimku ze zbývajících pozvolně klesajících částí povodí tvoří její JZ okraj, kde se výškové rozdíly reliéfu opět mírně zvyšují.

Geomorfologické členění reliéfu české části povodí Skřemelice (Balatka a Kalvoda, 2006):

systém: Hercynský

subsystém: Hercynská pohoří

provincie: Česká vysočina

subprovincie: Česko-moravská

oblast: Česko-moravská vrchovina

celek: Javořická vrchovina

podcelek: Novobystřická vrchovina

4.2.1 Novobystřická vrchovina

Plochá Novobystřická vrchovina leží v jižní části Jindřichohradeckého okresu a jako Weldviertel přechází v celé šíři do Rakouska, kde končí nad rakouskou Dyjí, a tvoří tak reliéf povodí Skřemelice. Novobystřická vrchovina je tvořena především granitoidy centrálního moldanubického plutonu, které výrazně ovlivňují tvářnost povrchu. Charakteristický je pro ni typ zarovnaného povrchu, který se vyvinul ze starých parovin – echtplénů, s kupovitým reliéfem, s mnoha balvany, nízkými exfoliačními klenbami, mikroformami zvětrávání a odnosu hornin a kryogenními tvary na vrcholech.

V důsledku odlehčení granitoidních hornin utuhlých původně ve velkých hloubkách vznikly exfoliací cibulovitých, několik decimetrů až 1 m mocných horninových slupek nízké a vysoké exfoliační klenby. V Novobystřické vrchovině tak nacházíme nízké exfoliační klenby (ruwary) oválného půdorysu o relativní výšce 5 – 10 m s mírně ukloněnými konvexně prohnutými svahy, oddělené vanovitými sníženinami (Chábera, 1998).

Pro reliéf vrchoviny jsou typické četné žulové elevace s balvany a kamennými stády na vrcholech, na kterých jsou vyvinuty různé mikrotvary (skalní mísy, žlábkové škrapy, tafony). Při vzniku balvanů a drobných tvarů se uplatňuje jak vliv vlastností hornin, tak vliv podnebí. Na jednom balvanu tedy můžeme najít zaoblené tvary terciárního stáří, ostrohranné tvary pleistocénního stáří i prohlubně vzniklé v průběhu holocénu (Demek, 1965).

Z periglaciálních tvarů můžeme jmenovat například nivační deprese („pseudokary“), vznikající činností nivace, tedy hloubením účinkem sněhových a firnových polí neměnicích se v led. V současném mírném humidním klimatu zejména v granitoidních oblastech vznikla kombinací mechanického a chemického zvětrávání a odnosem celá řada mezo- a mikroforem jako jsou skalní mísy, voštiny, různé typy skalních výklenků, žlábkové škrapy apod.

Celkový rozsah české části této ploché vrchoviny je 527 km², nejvyšší bod Vysoký kámen dosahuje 738 m n. m., nejnižší místo je 476 m n. m., převládající výšková členitost 75 – 200 m, střední výška 592 m n. m., střední sklon 3° 31' (Chábera, 1998).

4.3 Klimatická charakteristika

Klimatické poměry mají zásadní vliv na odtokové poměry v povodí, a to především srážky (pevné i kapalné) a s tím související sněhová pokrývka, výpar, vlhkost, teplota vzduchu apod. (Čermák 1970).

K následujícímu popisu dílčích klimatických faktorů byl použit Atlas podnebí Česka (Tolasz, 2007). Vzhledem k nedostatku jiné české literatury, relativně malé ploše rakouské části povodí a jeho blízkosti k českým hranicím, jsem některé poznatky zobecnila na celou plochu povodí Skřemelice.

4.3.1 Klimatická oblast

Povodí Skřemelice se nachází v mírném podnebném pásu střední Evropy. Na základě klimatické regionalizace spadá česká část povodí do jednotky mírně teplé oblasti MT2 (Tab. č. 1). Atlas podnebí Česka však uvádí pouze klimatickou regionalizaci České republiky, proto u rakouské části povodí můžeme jen odhadnout, do kterých klimatických jednotek oblast spadá. Pravděpodobně sem ze severu zasahuje jednotka MT2 a v oblasti Gmündu z Třeboňské pánve jednotka MT7.

Z výše jmenovaných jednotek je MT2 chladnější a vlhčí a MT7 teplejší a sušší (Quitt, 1971; Tolasz, 2007).

Tab. č. 1: Charakteristiky klimatických oblastí. Zdroj: Tolasz, 2007

Klimatické charakteristiky	Klimatické oblasti	
	MT 2	MT 7
Počet letních dnů	20 - 30	30 – 40
Počet dnů s průměrnou teplotou vyšší než 10°C	140 - 160	140 – 160
Počet mrazových dnů	110 - 130	110 – 130
Počet ledových dnů	40 - 50	40 – 50
Průměrná teplota v lednu [°C]	(-3) - (-4)	(-2) - (-3)
Průměrná teplota v červenci [°C]	16 - 17	16 – 17
Průměrná teplota v říjnu [°C]	6 - 7	7 – 8
Průměrná teplota v dubnu [°C]	6 - 7	6 – 7
Průměrný počet dnů se srážkami vyššími než 1 mm	120 - 130	100 – 120
Srážkový úhrn ve vegetačním období [mm]	450 - 500	400 - 450
Srážkový úhrn v zimním období [mm]	250 - 300	250 - 300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	80 - 100	60 - 80
Počet dnů zamračených	150 - 160	120 - 150
Počet dnů jasných	40 - 50	40 - 50

4.3.2 Srážky

Pro odtokové poměry v povodí jsou důležité především úhrny srážek (denní, roční, dlouhodobé), ale také jejich časové rozložení. V Česku jsou srážky typické svou značnou prostorovou a časovou proměnlivostí. V zimním půlroce od října do března jsou vázány především na přechody frontálních systémů a tlakových níží a jsou charakterizovány zpravidla menší intenzitou a delším trváním. Naopak v letním půlroce od dubna do září jsou často spojeny s výstupnými konvekčními pohyby vzduchu s tvorbou kupovité až bouřkové oblačnosti. Takovéto srážky mají zpravidla kratší trvání a větší intenzitu. Množství srážek je navíc ovlivněno orografickými vlivy. S rostoucí nadmořskou výškou roste i množství srážek a vlivem expozice mají návětrné svahy vyšší úhrny srážek než svahy závětrné.

V poslední době nastává všeobecně pokles všech hodnot sněhových charakteristik. Snižují se počty dní se sněhovou pokrývkou, sumy výšky nového sněhu i měsíční a sezónní maxima výšky sněhu (Tolasz, 2007).

4.3.3 Teplota vzduchu

Základní prostorové rozložení teplot se vyznačuje poklesem teploty s nadmořskou výškou. To však může být výrazně ovlivněno konkrétní povětrnostní situací a terénem. Typický je celoroční výskyt frontálních systémů, který je střídán tlakovými výšemi. S frontálními systémy je spojeno zvýšení oblačnosti a střídání teplot následkem výměny vzduchových hmot různého původu. V tomto případě jsou teplotní poměry dány především fyzikálními vlastnostmi vzduchových hmot. Naopak v oblastech tlakových výší se uplatňují především lokální vlastnosti terénu a radiační poměry (Tolasz, 2007).

4.3.4 Povětrnostní podmínky

V průměru nejnižší rychlosti větru jsou v letní sezóně. Jarní a podzimní období je o něco větrnější, tady se průměrné rychlosti zvyšují o 1 až 2 m/s. Nejvyšší průměrné rychlosti přináší zimní období, důvodem je jižněji probíhající dráha tlakových níží, která ve svém důsledku způsobuje zesílení proudění ve všech polohách, nejvíce však v horských oblastech.

Rychlost větru a jeho směr výrazně ovlivňuje v přízemní vrstvě členitost zemského povrchu a jeho pokrytí, označované jako drsnost povrchu. Nejmenší drsnost má vodní hladina, největší lesní porosty a městská zástavba. Obecně se s rostoucí drsností snižuje rychlost proudění v přízemní vrstvě (Tolasz, 2007).

4.4 Pedologická charakteristika

I přes nepříliš vysokou polohu oblasti a mírné klima jsou půdy Novobystřické vrchoviny relativně kyselé. Ve vyšších částech vrchoviny jsou významně zastoupeny kambizemní podzoly (až humuso-železité podzoly), v nižší části převažují dystrické kambizemě a kyselé typické kambizemě. V hojných menších plochých sníženinách se vyvinuly pseudogleje, stagnogleje a typické gleje s ostrůvky organozemí rázu rašelin (Culek et al., 1996).

Podzoly vznikají hlavně pod jehličnatými, zejména smrkovými lesy, kde matečným substrátem jsou zpravidla zvětraliny minerálně slabších hornin: žul, rul, svorů, pískovců apod. U podzolů převažuje lehčí zrnitostní složení, velmi častý je skelet. Jsou to půdy s velmi nízkou přirozenou úrodností (Tomášek, 2003; Smolík, 1957).

Podzol, ve kterém se v jisté hloubce vyskytuje druhý, popř. třetí humusový horizont, se nazývá humusový. Humus obvykle barví horizont B tmavě, je-li barva rezivá, mluvíme o železitém podzolu. Toto rozdělení podzolů je vyvoláno povahou terénu: na mírných vyvýšeninách v podzolové zóně vznikají podzoly železité, na nižších místech svahu, kde dochází k mírnému zrašelinění, vznikají podzoly humusové.

Podzol kambický druhotně vznikl na kyselých horninách degradací půdy vlivem monokultur jehličnanů (Smolík, 1957).

Kambizemě (hnědé půdy) jsou rozšířeny v mírně teplých oblastech s ročním úhrnem srážek pohybujícím se v rozmezí 500 až 800 mm a průměrnými ročními teplotami mezi 4 až 9 °C. Vázány jsou většinou na členitý reliéf. Původní vegetací kambizemí byly listnaté lesy (dubo-habrové až horské bučiny) a smíšené lesy (s převahou dubu, buku, jedle). Jako matečný substrát se uplatňují téměř všechny horniny skalního podkladu, převážně nekarbonátové.

Zrnitostní složení se mění v závislosti na charakteru matečné horniny, tedy půdy jsou lehké, je-li skalní podklad pískovec nebo žula, a středně těžké, jedná-li se o čedič, svor nebo některé ruly.

Pseudogleje jsou nejvíce zastoupeny ve středních výškových stupních, kde se utvářejí v méně členitém terénu, především na plošinách a v depresích. Půdotvorným substrátem jsou nejčastěji sprašové hlíny, smíšené svahoviny, jíly, ledovcové uloženiny apod. Podle zrnitostního složení se půdy řadí mezi těžší a těžké a charakteristickým znakem je silné sezónní provlhčování povrchových horizontů.

Pseudogleje, které jsou ovlivněny velmi výrazným procesem oglejení a u kterých ve svrchních částech profilů převládá bělošedá barva nad mramorováním a půda je výrazněji zajičlena, nazýváme stagnogleji. Tyto půdy jsou nejčastěji vázány na bezodtoké sníženiny.

Gleje se nejčastěji vyskytují v nivách vodních toků a v zamokřených úpadech, centrem jejich rozšíření je pahorkatina a vrchovina. Původními porosty zde byly luhy, druhotnými porosty pak zamokřené kyselé louky. Glej typický má mělký humusový horizont a relativně nízký obsah humusových látek

Organozemě vznikají intenzivní akumulací slabě rozložených rostlinných zbytků v silně zvodnělém prostředí. Půdní profil se skládá z jednotlivých rašelinných poloh, které při povrchu stále přirůstají, je-li rašeliniště živé, a směrem do hloubky pak podléhají postupnému rašelinní (Tomášek, 2003) .

4.5 Biogeografická charakteristika

Ve světě rozlišujeme několik biogeografických oblastí, z nichž pro nás nejdůležitější je oblast paleoarktická, ve které se nachází celá Evropa. Oblast se dále dělí mimo jiné na Eurosibiřskou podoblast, v jejíž jihozápadní části leží Česká republika.

Na základě dělení pro navrhování ÚSES se Česká republika dále dělí na biogeografické provincie, podprovincie a regiony. Česká část povodí Skřemelice má zařazení následující: provincie – středoevropských listnatých lesů, podprovincie – hercynská, region – Novobystřický. Do rakouské části povodí ze severu pokračuje Novobystřický bioregion a ze západní strany sousedí povodí s Třeboňským bioregionem (Culek, 1996).

4.5.1 Novobystřický bioregion

Bioregion leží na východním okraji jižních Čech kde zabírá jižní část geomorfologického celku Javořícká vrchovina, ta však převážnou částí leží v Rakousku.

Bioregion se vyznačuje oligotrofní hercynskou biotou s poměrně nízkou biodiverzitou zvyšovanou především prvky vázanými na kyselé mokřady. Biota náleží do 4. bukového až 5. jedlovo-bukového vegetačního stupně. Potenciální vegetaci tvoří bikové bučiny (acidofilní bučiny na kyselých horninách, kde stromové patro tvoří pouze buk jen s malou příměsí dubu zimního nebo jedle a téměř chybí keřové patro) a na výraznějších vrcholech druhově bohatší květnaté bučiny na eutrofních kambizemích na silikátových horninách. Charakteristické je vyznívání alpských prvků. Netypická část je tvořena nižšími plošinami a kotlinami s acidofilními doubravami, které tvoří přechod do Třeboňského bioregionu. Dnes zde převažují kulturní smrčiny, hojně jsou vlhké louky, rybníky a lesní rašeliniště.

Flóra je chudá, mezních a exklávních prvků je málo. Převažují druhy hercynské, projevuje se také vliv Alp – roste zde například dřípátka horská (*Soldanella montana*) a pleška stopkatá (*Calycocorsus stipitatus*). Poměrně hojně jsou druhy rašeliništní, např. vachta trojlístá (*Menyanthes trifoliata*), zábělník bahenní (*Comarum alustre*), suchopýr úzkolistý (*Eriophorum angustifolium*) a některé dnes již vzácné druhy vodní, např. leknín bělostný (*Nymphaea candida*). Pozoruhodný je výskyt kručinky chlupaté (*Genista pilosa*).

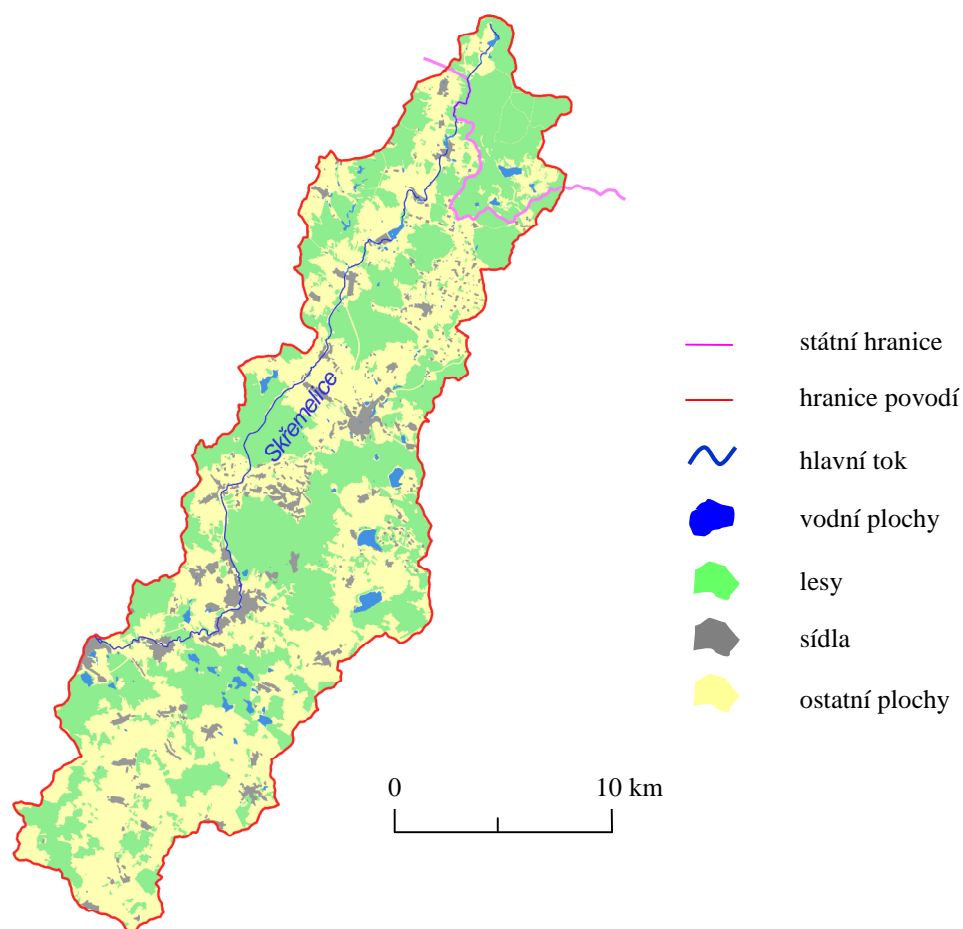
V bioregionu převažuje ochuzená lesní fauna hercynského původu, podhorského charakteru. Na okrajích odvodněných zbytcích kyselých rašelinných luk a krajů rybníků přežívá zdecimovaná rašelinná hmyzí fauna, např. ohniváček (*Lycaena hippothoe*) a okáč (*Coenonympha tullia*). Významnými druhy z třídy savců jsou např. ježek západní (*Erinaceus europaeus*), ježek východní (*E. concolor*), los (*Alces alces*), vydra říční (*Lutra lutra*). Z ptáků můžeme jmenovat např. ořešník kropenatý (*Nucifraga caryocatactes*) a čečetka zimní (*Carduelis flammea*), z plazů ještěrka živorodá (*Lacerta vivipara*) a zmije obecná (*Vipera berus*) (Culek, 1996).

4.5.2 Vliv vegetace na odtok

Přírozená vegetace, zejména lesní porosty, mívá obvykle daleko příznivější vlastnosti pro zvýšení retenční schopnosti krajiny a tedy pro udržení vyrovnaného odtoku vody z povodí. Využití půdy je proto důležitý faktor, který reguluje povrchový odtok srážkové vody, infiltraci i výpar z povrchu (Obr. č. 4).

Míru možného působení lesa na odtokové poměry může poskytnout údaj o zalesnění povodí. Pro vzájemné porovnání jednotlivých povodí se udává koeficient lesnatosti, který je podílem součtu zalesněných ploch a celkové plochy povodí (Netopil et al., 1984). V případě Skřemelice byl podle Hydrologických poměrů ČSSR (Kolektiv autorů, 1965) koeficient lesnatosti 60 % v české části povodí a 40 % v rakouské části povodí. Koeficient lesnatosti

celého povodí pro rok 2005 vypočítaný z geodat poskytnutých RNDr. Jiřím Žaloudíkem, CSc. je roven hodnotě 48 %, byl tedy zaznamenán mírný nárůst.



Obr. č. 4: Využití půdy v povodí Skřemelice. Zdroj: Geodata poskytnutá RNDr. Jiřím Žaloudíkem, CSc.

4.6 Chráněná území

Skřemelice pramení v jižní části přírodního parku Česká Kanada. Z geomorfologického hlediska se Česká Kanada řadí do celku Javořícká vrchovina a většina území má charakter ploché vrchoviny s relativní výškovou členitostí 15 – 200 m. Typickým rysem jsou kamenité a balvanité pastviny s keříčkovými porosty vřesu a častým výskytem jalovce obecného.

Součástí přírodního parku Česká Kanada je přírodní rezervace Hadí vrch nacházející se u pramene Romavského potoka (Romaubach) s celkovou rozlohou 13,5 ha. Jedná se o

bývalé balvanité pastviny s acidofilními vřesovištními společenstvy a s rozsáhlými porosty jalovce obecného (Albrecht, 2003).

V rakouské části povodí Skřemelice najdeme tři přírodní parky: Naturpark Heidenreichsteiner Moor, Naturpark Hochmoor Schrems a Naturpark Blockheide. První z nich leží u města Heidenreichstein v povodí řeky Romaubach a stejně jako druhý národní park východně od Schremsu ho charakterizují rozsáhlá rašeliniště, nejvýznamnější v Dolním Rakousku (Österreichische Naturparke, 2009). Třetí národní park leží severně od Gmündu v blízkosti soutoku Skřemelice s Lužnicí. S rozlohou 110 ha patří k nejmenším chráněným územím v Rakousku a je charakteristický svými oblými žulovými balvany a viklany, vzniklými zvětráváním žulového plutonu (Naturpark Blockheide Gmünd-Eibenstein, 2009).

5. HYDROGRAFIE POVODÍ

Tab. č. 2: Vybrané hydrografické charakteristiky. Zdroj: Geodata poskytnutá RNDr. Jiřím Žaloudíkem, CSc.

Hydrografické charakteristiky	Hodnoty
Plocha povodí	$F = 292,592 \text{ km}^2$
Plocha pravé strany povodí	$F_p = 61,2 \text{ km}^2$
Plocha levé strany povodí	$F_l = 231,392 \text{ km}^2$
Délka toku Skřemelice	$L = 37,3 \text{ km}$
Úhrnná délka toků	$\sum L = 401,517 \text{ km}$
Délka rozvodnice	$L_r = 119,188 \text{ km}$
Délka povodí	$l = 40,2 \text{ km}$
Nejkratší vzdálenost od pramene k ústí	$D = 29,6 \text{ km}$
Nejvyšší kóta povodí	$h_{\max} = 730 \text{ m n. m.}$
Nejnižší kóta povodí	$h_{\min} = 480 \text{ m n. m.}$
Nadmořská výška pramene	$A = 650 \text{ m n. m.}$
Nadmořská výška závěrového profilu	$B = 480 \text{ m n. m.}$

5.1 Říční síť

Hlavní řeka spolu se svými přítoky tvoří říční síť (říční soustavu). Rozeznáváme tok s nejvyšším řádem, tj. řeka ústící do moře (označuje se I.). Všechny řeky a potoky ústící do něho jsou pak toky II. řádu, do nich ústí toky III. řádu a tak dále (Chábera a Kössl, 1999). V případě Skřemelice je absolutní řád toků následující: Labe – tok I. řádu, Vltava – tok II. řádu, Lužnice – tok III. řádu, Skřemelice – tok IV. řádu.

Tvar říční sítě záleží především na geologické stavbě. V případě Skřemelice je uspořádání říční sítě nesouměrné, většina jejích větších přítoků je levých.

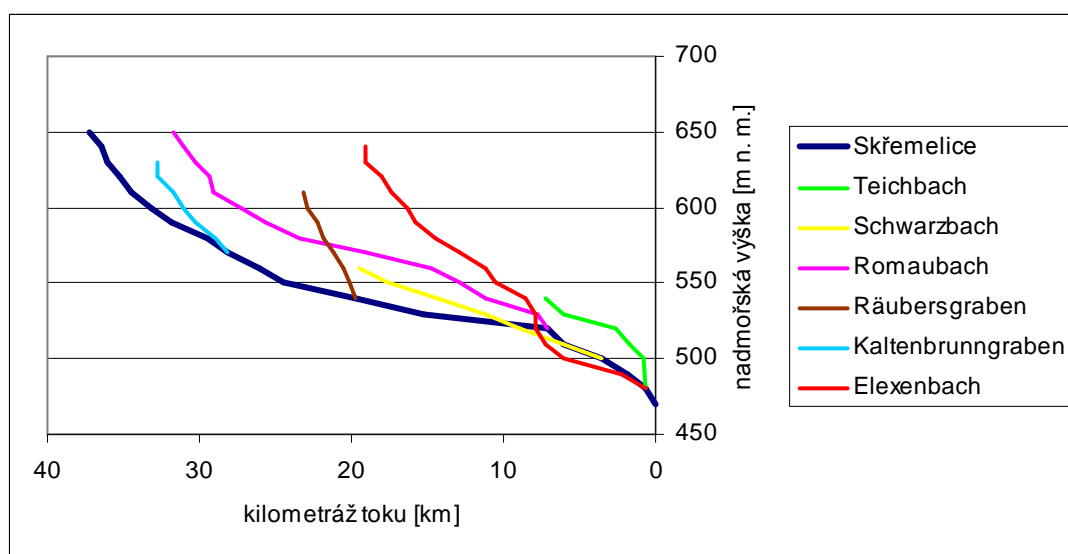
Délka vodního toku se může měnit neustálým vývojem řečiště, např. vývojem zákrutů a regulačními úpravami. Porovnáme-li skutečnou délku toku (L) s nejkratší vzdáleností od pramene k ústí (d), dostaneme tzv. míru křivolakosti neboli stupeň vývoje toku (S_{vt}). Vyšší číselná hodnota ukazuje na vyšší míru křivolakosti a předpokládá delší období vývoje toku. Stupeň vývoje toku v případě Skřemelice odpovídá hodnotě 0,8 (vzorec 1).

$$S_{vt} = \frac{d}{L} = \frac{29,6}{37,3} = 0,8 \quad (1)$$

Hustota říční sítě (r), tj. poměr celkové délky všech řek ($\sum L$) ku velikosti daného území (F), je základní ukazatel vyjadřující celkovou schopnost krajiny odvádět srážkovou vodu. Je závislá především na klimatu (hustější bývá v humidních oblastech), geomorfologickém vývoji krajiny (v morfologicky starších oblastech bývá hustější) a na petrografické povaze hornin, zejména jejich propustnosti (čím jsou horniny propustnější, tím má říční síť menší hustotu) (Chábera a Kössl, 1999). Hustota říční sítě Skřemelice je rovna hodnotě 1,37 (vzorec 2).

$$r = \frac{\sum L}{F} = \frac{401,517}{292,592} = 1,37 \quad (2)$$

Ke znázornění délek jednotlivých vodních toků a jejich spádu slouží podélný graf povodí (Graf č. 1). Můžeme z něj vyčíst nadmořské výšky pramenných oblastí a závěrových profilů Skřemelice a vybraných přítoků. Je patrné, že střední tok Skřemelice klesá pozvolněji než horní a dolní tok. Do grafu byly zaneseny levé přítoky Kaltenbrunngraben, Räubersgraben, Romaubach, Schwarzbach, Teichbach a Elexenbach.



Graf č. 1: Podélný profil povodí Skřemelice. Zdroj: Cykloturistické a turistické mapy Novobystřicko – Erlebnisregion Waldviertel Nord a Vitorazsko – Kleinregion Waldviertel Stadtland

5.2 Povodí

Hodnoty jednotlivých hydrografických charakteristik, které byly použity pro výpočty v této kapitole, jsou popsány v tabulce č. 2.

Plocha povodí je nejobecnější charakteristikou řeky a umožňuje vytvořit si první názor o jejím významu. Kromě toho má bezprostřední význam na odtok a jeho velikost (Netopil et al., 1984).

Tvar povodí vyplývá z uspořádání říční sítě a podobně jako říční síť má velký vliv na tvoření průtoku po spadnutí deště a při tání sněhu. Nejjednodušším číselným vyjádřením tvaru povodí je charakteristika povodí (Dub, 1963).

Povodí řeky Skřemelice je výrazně protáhlé, což dokazuje jak výpočet charakteristiky povodí (α), tak výpočet koeficientu protáhlosti povodí (R_E) a Graveliova koeficientu (K_G). Charakteristika povodí (α) je rovna hodnotě 0,181, což pro povodí s plochou větší než 50 km² znamená protáhlý tvar (vzorec 3).

Koeficient protáhlosti povodí (R_E) je roven 0,48 (vzorec 4). Jeho hodnota se blíží nule, což opět dokazuje protáhlý tvar povodí. Stejně tak i výsledná hodnota Graveliova koeficientu (K_G) 1,97 výrazně se blíží spíše k 2 než k 1, dokládá protáhlý tvar povodí (vzorec 5).

$$\alpha = \frac{\bar{s}}{l} = \frac{F}{l^2} \quad (3) \quad R_E = \frac{2 \cdot \sqrt{\frac{F}{\pi}}}{l} \quad (4) \quad K_G = \frac{L_R}{2\sqrt{F\pi}} \quad (5)$$

Čím má povodí vyšší sklonitost, tím nastává rychlejší odtok a snižuje se míra infiltrace. Převýšení povodí (Δh) vyjadřuje rozdíl mezi maximální (h_{\max}) a minimální (h_{\min}) výškou v povodí, v případě povodí Skřemelice je převýšení 250 m (vzorec 6).

Průměrný sklon (I) v povodí Skřemelice vypočítaný podle vzorce 7 je 14,6 ‰ a koeficient reliéfu (R_h) 6,22 ‰ (vzorec 8).

$$\Delta h = h_{\max} - h_{\min} \quad (6) \quad I = \frac{h_{\max} - h_{\min}}{\sqrt{F}} \quad (7) \quad R_h = \frac{h_{\max} - h_{\min}}{l} \quad (8)$$

Souměrnost povodí udává, kolik plochy se nachází na levé a kolik na pravé straně toku. Povodí Skřemelice je výrazně asymetrické, většina přítoků je levých. To dokazuje také výpočet koeficientu souměrnosti povodí (K_{SP}), jehož hodnota je 0,58 (vzorec 9).

$$K_{SP} = \frac{|F_L - F_P|}{F} \quad (9)$$

6. SRÁŽKOVÉ POMĚRY V POVODÍ

6.1 Průměrná výška srážek v povodí

Množství srážek vyjadřujeme formou srážkové výšky v mm. Ta odpovídá vrstvě vody, která by se vytvořila z objemu spadlých srážek na ploše 1 m². Tedy 1 mm srážkové výšky na ploše 1 m² odpovídá 1 l spadlých srážek.

Množství srážek vypadlé v bodě (na srážkoměrné stanici) vyjadřujeme opět jako výšku vrstvy vody v mm a nazýváme srážkový úhrn (Kemel a Kolář, 1980).

Průměrná výška srážek v povodí se může vypočítat několika způsoby. Volba správné metody se řídí vlastnostmi reliéfu, hustotou sítě pozorovacích stanic a požadovanou přesností. Například M. Čermák v knize Aplikovaná hydrologie (Čermák, 1970) uvádí čtyři metody – metodu součtovou, čtvercové sítě, Thiessenových polygonů a izohyet.

V této práci byla k výpočtu průměrné výšky srážek použita metoda součtová. Metoda spočívá v sečtení úhrnů srážek ze všech srážkoměrných stanic v povodí nebo v jeho těsné blízkosti za určité časové období. Tento součet srážkových úhrnů ($\sum h$) se dělí počtem stanic (n), ze kterých byla data použita. Hodnota průměrného srážkového úhrnu v povodí vypočítaná touto metodou je rovna 666,9 mm (vzorec 10) (Čermák, 1970; Dub, 1963).

$$h_s = \frac{\sum h}{n} = \frac{4001,6}{6} = 666,9mm \quad (10)$$

6.2 Srážkoměrné stanice v povodí

V povodí Skřemelice leží dvě srážkoměrné stanice (Tab. č. 3): Altmans a Reinberg-Dobersberg a v těsné blízkosti leží další čtyři stanice (Tab. č. 4): Haugschlag, Pfaffenschlag, Gmünd a Nová Bystřice. Data z rakouských stanic byla stažena z volně přístupného serveru Der Hydrographische Dienst in Österreich a data z české stanice byla získána v pobočce Českého hydrometeorologického ústavu v Českých Budějovicích.

Tab. č. 3: Srážkoměrné stanice v povodí Skřemelice. Zdroj: Lebensministerium, 2009

Název	Průměrné roční srážkové úhrny 1971-2001 [mm]	Nadmořská výška [m n. m.]	Číslo stanice	Geografická poloha
Altmans	666,2	589	109710	N 48° 52' 16", E 15° 06' 17"
Reinberg-Dobersberg	577,1	606	109652	N 48° 56' 29", E 15° 10' 17"

Tab. č. 4: Srážkoměrné stanice v těsné blízkosti povodí Skřemelice. Zdroj: Lebensministerium, 2009; ČHMÚ

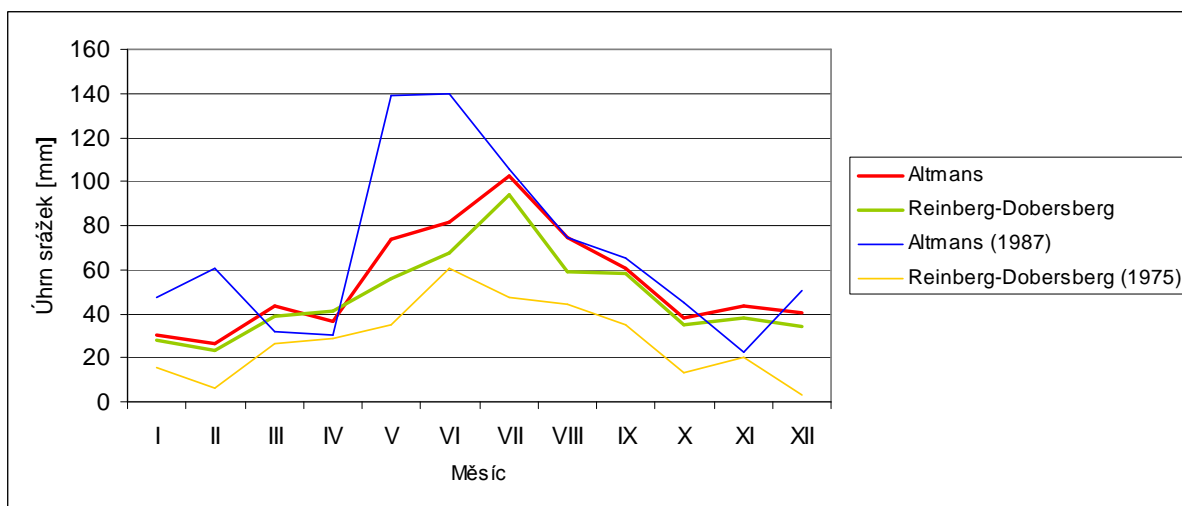
Název	Průměrné roční srážkové úhrny 1971-2001 [mm]	Nadmořská výška [m n. m.]	Číslo stanice	Geografická poloha
Gmünd (povodí Lainsitz)	639	500	109215	N 48° 45' 43", E 14° 58' 39"
Hugschlag (povodí Reissbach)	713,3	568	109728	N 48° 59' 34", E 15° 03' 31"
Pfaffenschlag (povodí Deutsche Thaya)	666,3	573 (od r. 1951), 554 (od r. 2001)	109298	N 48° 50' 48", E 15° 11' 48" (od r. 2001)
Nová Bystřice (povodí Dračice)	738,1	583	1070202001	N 49° 01' 08", E 15° 06' 00"

6.3 Měsíční rozložení srážek

K výpočtu průměrných měsíčních úhrnů srážek byly použity denní úhrny ze stanice Altmans za období 1976 – 2001 a ze stanice Reinberg-Dobersberg za období 1975 – 2001. Z důvodu chybějících dat za určité roky na obou stanicích, jsem příslušné hodnoty měsíčních úhrnů nahradila průměrnou hodnotou vypočítanou ze zbývajících měsíčních srážkových úhrnů v příslušné stanici.

Z grafu č. 2 je patrné rozložení průměrných srážkových úhrnů v průběhu roku. Obecně lze říci, že srážkové úhrny jsou kromě měsíce dubna vyšší ve stanici Altmans. Nicméně kromě letních měsíců, kdy jsou rozdíly mezi naměřenými hodnotami v obou stanicích větší, se výrazně neliší (Tab. č. 5). Nejnížší srážkové úhrny jsou v chladném půlroce (říjen – březen), nejvyšší v půlroce teplém (duben – září).

Graf také znázorňuje křivky nejsuššího (Reinberg-Dobersberg - 1975) a nejvlhčího roku (Altmans – 1987) v průběhu sledovaného období, ze kterých je patrná výrazná extremita daných hydrologických roků.



Graf č. 2: Průměrné měsíční úhrny srážek (Altmans, Reinberg-Dobersberg). Zdroj: Lebensministerium, 2009

Tab. č. 5: Hodnoty průměrných měsíčních úhrnů srážek za období 1976 – 2001. Zdroj: Lebensministerium, 2009

Měsíc	Průměrné měsíční srážkové úhrny [mm]	
	Altmans	Reinberg-Dobersberg
leden	30,3	27,6
únor	26,7	23,1
březen	43,8	39,1
duben	36,6	40,9
květen	73,9	55,8
červen	81,8	67,8
červenec	102,3	94,3
srpen	74,8	59
září	60,3	58,6
říjen	38	35,1
listopad	43,5	38,2
prosinec	40,1	34

6.4 Roční rozložení srážek

V tabulce č. 6 jsou uvedeny hodnoty průměrných ročních srážkových úhrnů stanic v povodí a stanic v jeho těsné blízkosti, které byly vypočítány na základě denních srážkových úhrnů. Protože časové řady z jednotlivých stanic nejsou stejně dlouhé a v některých letech data úplně chybí, opět jsem chybějící hodnoty nahradila průměrnou hodnotou vypočítanou ze zbývajících ročních srážkových úhrnů daných stanic. V důsledku toho se dá předpokládat určitá míra nepřesnosti, která může být ještě umocněna kratší dobou měření. Tyto hodnoty jsou v tabulce zvýrazněny červenou barvou.

Tab. č. 6: Hodnoty průměrných ročních srážkových úhrnů. Zdroj: Lebensministerium, 2009; ČHMÚ

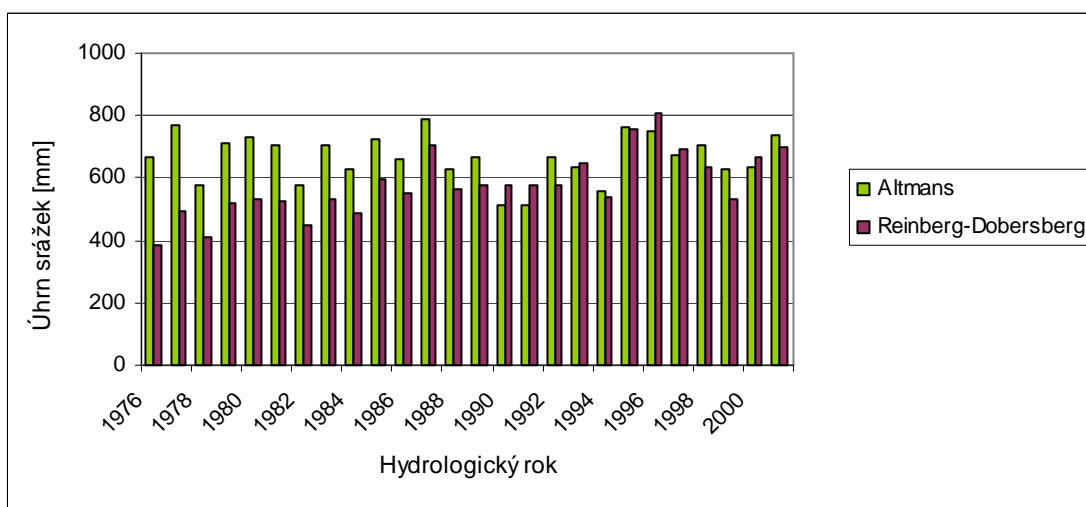
Hydrologický rok	Průměrné roční úhrny srážek [mm]					
	Srážkoměrné stanice v povodí Skřemelice		Srážkoměrné stanice v těsné blízkosti povodí Skřemelice			
	Altmanns	Reinberg-Dobersberg	Gmünd	Haugschlag	Pfaffenschlag	Nová Bystřice
1972	665,9	578,5	608,3	713,6	572,3	749,3
1973	665,9	578,5	542	713,6	436,3	639,1
1974	665,9	578,5	782,3	713,6	572,9	696,3
1975	665,9	336,6	720,6	713,6	564,7	840,2
1976	665,9	384,7	645,5	713,6	556	588,3
1977	772,3	493,3	729,2	838,8	608,6	818,3
1978	579,2	410,7	580,2	575	485,2	605,9
1979	712	521,5	653,1	683,5	597,6	803
1980	728,6	531,9	692,6	757,9	520,2	764,1
1981	703,2	525,9	705,9	734,1	615	720,9
1982	580	445,8	545	675,2	548	656,8
1983	704,4	533,0	623,8	693,1	707,6	724,7
1984	626,2	488,0	547,5	696	647,4	696,4
1985	722	597,3	724,7	719,8	803,5	798,4
1986	660,6	551,0	637,1	757,2	715,4	763,4
1987	789,2	706,7	806,5	894,8	939,3	1003,3
1988	628,9	564,5	609	718,4	793,9	728,5
1989	666,8	578,5	614,3	663,6	740	756,9
1990	510,4	578,5	468,5	640,4	584,8	583,8
1991	515,7	578,5	583,6	572,8	646,1	643,8
1992	665,9	574,2	643,7	730,3	845,9	606,5
1993	636,7	646,2	636,6	693,9	736	794,9
1994	556,9	539,4	532,3	632,5	591,3	663,8
1995	760,5	758,5	775,7	790	864,3	805,3
1996	747,4	806,3	834,4	827,7	838,1	813,3
1997	672,3	690,5	610,8	754,4	693,7	799,6
1998	707	635,3	618,2	697	739,5	759,1
1999	627,5	530,9	494,4	597,2	612,4	681,2
2000	635,7	669,3	624,8	723,8	670,9	791,3
2001	737,1	701,8	631,8	773,6	696,6	845,5
průměr	665,9	578,5	640,7	713,64	664,8	738,1

Jednoznačně nejvyšší srážkové úhrny zaznamenala stanice Nová Bystřice s nadmořskou výškou 738,1 m, naopak nejnižší úhrny jsou na stanici Reinberg-Dobersberg s nadmořskou výškou 577,1 m. Rozdíl srážkových úhrnů mezi stanicemi činí 159,6 mm. Porovnáme-li srážkové úhrny s nadmořskými výškami stanic, kde byly hodnoty naměřeny, vidíme, že mezi nimi existuje závislost. Čím vyšší srážkové úhrny, tím vyšší nadmořská výška.

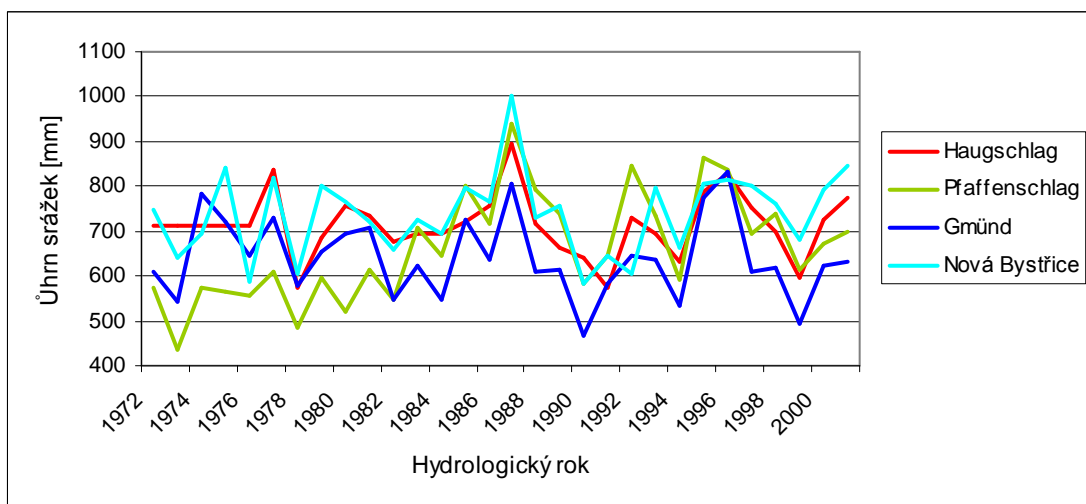
Průměrné srážkové úhrny ve stanici Reinberg-Dobersberg se od roku 1976 poměrně výrazně zvýšily, naopak ve stanici Altmanns jsou průměrné úhrny poměrně vyrovnané a pohybují se kolem střední hodnoty 665,9 mm, vypočítané jako průměr z jednotlivých průměrných ročních srážkových úhrnů (Graf č. 3). Můžeme říci, že roční srážkové úhrny ve

stanici Altmans jsou zpravidla vyšší, nicméně během této časové řady došlo k určitému vyrovnání hodnot z obou stanic.

Graf č. 4 znázorňuje situaci na dalších čtyřech stanicích umístěných v blízkosti povodí Skřemelice (Haugschlag, Pfaffenschlag, Gmünd a Nová Bystřice). Výrazně nejnižší srážkové úhrny zaznamenala stanice Pfaffenschlag, avšak v první polovině sledovaného období je patrný nárůst hodnot a jejich následné vyrovnání s hodnotami v ostatních stanicích. Největší výkyvy srážkoměrných úhrnů jsou patrné na křivce ze stanici Gmünd přibližně od roku 1988.

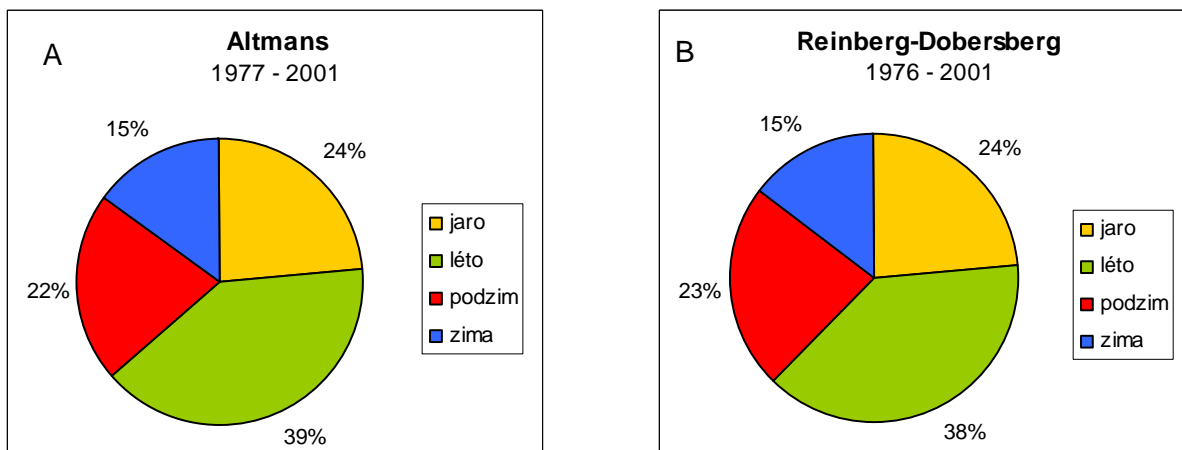


Graf č. 3: Průměrné roční úhrny srážek (Altmans, Reinberg-Dobersberg). Zdroj: Lebensministerium, 2009



Graf č. 4: Průměrné roční úhrny srážek (Haugschlag, Pfaffenschlag, Gmünd, N. Bystřice). Zdroj: Lebensministerium, 2009

Průměrné rozložení srážkových úhrnů v ročních obdobích na obou stanicích je velice podobné (Graf č. 5). V průběhu roku však rozložení srážek rovnoměrné není. Převažují srážky v létě (38 – 39 %), naopak nejméně srážek je v zimě (15 %).



Graf č. 5: Průměrné rozložení srážkových úhrnů v ročních obdobích ve stanici Altmans (A) a Reinberg-Dobersberg (B). Zdroj: Lebensministerium, 2009

7. ODTOKOVÉ POMĚRY V POVODÍ

Souhrn charakteristických změn stavu vodního toku v čase označujeme jako hydrologický režim toku. Ten je vytvářen dlouhodobými, ročními, sezónními a denními výkyvy vodních stavů, průtoků, teploty vody, změnami v obsahu rozpuštěných i nerozpuštěných látek ve vodě atd.

Na základě dělení hydrologických režimů vodních toků řadíme Skřemelici mezi Středoevropské řeky, které představují přechod mezi řekami Východoevropskými (kontinentální klima) a Západoevropskými (oceánské klima). Hlavní maximum vodních stavů je na jaře v době tání sněhu. To se opoždí s přibývajícím nadmořskou výškou oblasti, ze které přichází voda z tajícího sněhu. Druhotné maximum vodních stavů je v létě v důsledku dešťových srážek (nejdeštivější měsíc – červenec). Minimum odtoku bývá koncem léta (Chábera a Kössl, 1999).

K vystižení odtoku a vzájemnému porovnání odtokových poměrů jednotlivých řek i podmínek pro odtok na jejich povodí se používají následující absolutní i relativní měrné jednotky odtoku (Netopil et al., 1984).

7.1 Měrné jednotky odtoku

7.1.1 Odtok

Odtok je množství vody, které oteče z povodí korytem vodního toku ve vymezeném časovém období. Vyjadřuje se v m^3 nebo km^3 za den, měsíc, rok nebo jiný časový úsek a vypočítá se vynásobením průměrného průtoku počtem sekund daného časového úseku.

Kvůli vzájemnému porovnávání odtoku v jednotlivých povodích se k jeho vyjádření používají další odvozené relativní hodnoty. K následujícím výpočtům byly použity řady průměrných denních průtoků ze stanice Hoheneich.

Množství vody odtékající z 1 km^2 vyjádřené v l/s nazýváme specifický odtok. Ten se vypočítá jako podíl průtoku a plochy povodí nad měrným profilem, v případě Skřemelice je hodnota specifického odtoku rovna $7,7 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$. Pro výpočet byly použity hodnoty průměrného ročního průtoku v profilu Hoheneich $Q_r = 2,249 \text{ m}^3/\text{s}$ a celková plocha povodí $F = 292,592 \text{ km}^2$.

Výška odtoku představuje průměrnou vrstvu vody rovnoměrně rozloženou na ploše povodí, která otekla za určité období. Obvykle se vyjadřuje v mm/rok a umožňuje srovnávat odtok s množstvím srážek spadlých na plochu povodí za stejné období (Chábera a Kössl, 1999). Výška odtoku v povodí Skřemelice se rovná hodnotě $242,9 \text{ mm/rok}$, jako výchozí hodnoty byly použity průměrný roční odtok z povodí $70\,924\,464 \text{ m}^3$ a plocha povodí $F = 292,592 \text{ km}^2$.

Poměr mezi výškou odtoku a množstvím srážek spadlých na plochu povodí nám udává součinitel (koeficient) odtoku. Hodnota ukazuje, jaký podíl z množství spadlých srážek odtéká z povodí řekami (Netopil et al., 1984). V případě Skřemelice je součinitel odtoku roven asi $36,4 \%$, k výpočtu byl použit průměr ročních srážkových úhrnů $h_s = 666,9 \text{ mm}$ ze stanic Altmans, Reinberg-Dobersberg, Gmünd, Haugschlag, Pfaffenschlag a Nová Bystřice.

7.1.2 Průtok

Průtok Q je množství vody, které protéká průtočným profilem vodního toku za jednu sekundu. Jako měrná jednotka se používá $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ nebo u toků s malou vodností $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$. Naměřený průtok se vztahuje vždy ke konkrétnímu místu nebo krátkému úseku vodního toku. Protože se průtok neustále mění, je platný vždy pro určitou dobu. Můžeme ho tedy vyjádřit několika způsoby. Okamžitý průtok udává vodnost toku ve vybraném okamžiku, často pro režim průtoků důležitý. Průměrný denní průtok Q_d odpovídá množství vody, které oteklo za den, dělené počtem sekund dne. Podobně jsou průměrnými hodnotami daných časových

období i měsíční průtok Q_m a roční průtok Q_r . Dlouhodobý průměrný průtok Q_a (zvaný též normál) vyjadřuje průměrnou vodnost toku za určité období. Jsou počítány jako aritmetický průměr ročních průtoků z dlouhých časových řad, 30-ti letých nebo 50-ti letých (Netopil et al., 1984; Chábera a Kössl, 1999).

7.2 Vodoměrné stanice v povodí

V povodí Skřemelice se nacházejí dvě vodoměrné stanice (Tab. č. 7) a vzhledem k velmi krátké délce toku v České republice jsou obě v rakouské části povodí. Stanice Hoheneich leží asi 3 km od soutoku Skřemelice s Lužnicí a časová řada měření je za období 1951 – 2005. Stanice Amaliendorf leží těsně před soutokem Skřemelice a jejího levého přítoku Romaubach a časová řada měření je výrazně kratší, jen 1976 – 2005.

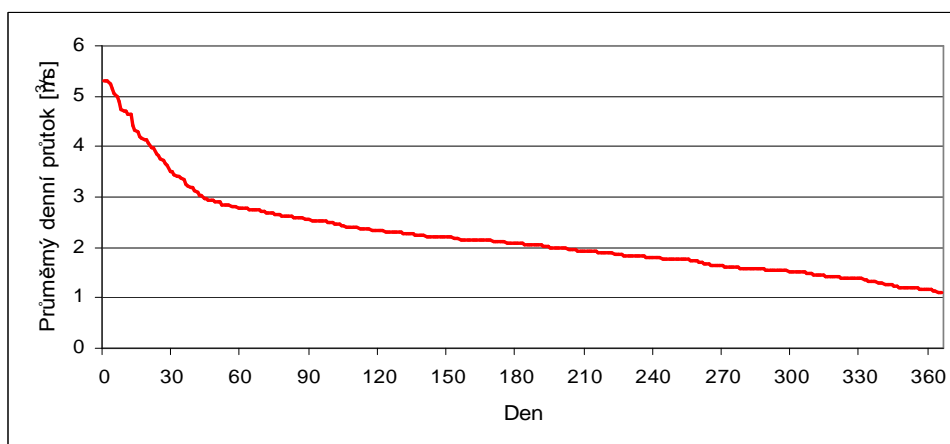
Tab. č. 7: Vodoměrné stanice v povodí Skřemelice. Zdroj: Lebensministerium, 2009

Název	Průměrný roční průtok [m^3/s]	Nadmořská výška [m n. m.]	Číslo stanice	Geografická poloha
Amaliendorf	0,496	528	208512	N 48° 50' 36", E 15° 03' 53"
Hoheneich	2,249	479	208579	N 48° 46' 19", E 15° 00' 32"

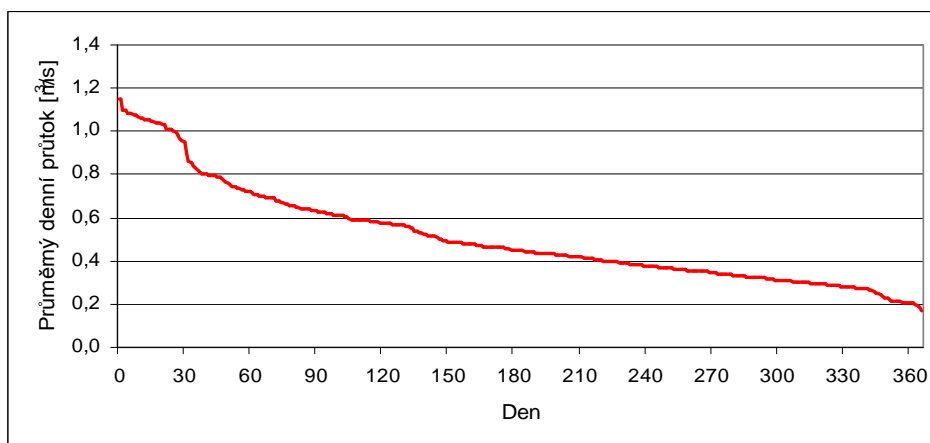
7.3 Denní průtoky

V průběhu dne jsou změny průtoků velmi malé. Proměnlivost denních průtoků v průběhu hydrologického roku lze poznat z čar vodních stavů vyjadřujících závislost stavů na čase. Z nich je zřejmá velikost jejich změn, jejich rychlost a četnost jejich výskytu (Netopil et al., 1984).

Rozkolísanost denních průtoků vyjadřují také tvary čar překročení (histogramů kumulovaných četností). Překročení se vyjadřuje počtem dnů v roce jak pro jednotlivé roky, tak i pro řadu roků - průměrné překročení (Netopil et al., 1984). Grafy č. 6 a 7 čar průměrného překročení charakterizují rozkolísanost průtoků ve vodoměrných stanicích v povodí Skřemelice.



Graf č. 6: Čára překročení průměrných denních průtoků, Hoheneich (1952 – 2005). Zdroj: Lebensministerium, 2009



Graf č. 7: Čára překročení průměrných denních průtoků, Amaliendorf (1977 – 2005). Zdroj: Lebensministerium, 2009

Absolutní hodnoty překročení jsou označovány jako M – denní průtoky (Tab. č. 8), tj. průtoky dosažené nebo překročené M dní v roce (např. Q_{30} , Q_{60} , Q_{90} , tj. průtoky průměrně překročené po dobu 30, 60 a 90 dnů v roce). Patří k nim i obyčejný průtok $Q_{182,5}$, čili medián a průtok nejčastěji se vyskytující – modus (Netopil et al., 1984).

Tab. č 8: M – denní průtoky ve stanici Amaliendorf (A) a Hoheneich (B). Zdroj: Lebensministerium, 2009

A

M - denní průtoky (hydrologické roky 1977 - 2005)	
Qm	Průtok [m ³ /s]
Q ₃₀	0,951
Q ₆₀	0,719
Q ₉₀	0,634
Q ₁₂₀	0,578
Q ₁₅₀	0,487
Q ₁₈₀	0,452
Q ₂₁₀	0,418
Q ₂₄₀	0,378
Q ₂₇₀	0,348
Q ₃₀₀	0,311
Q ₃₃₀	0,283
Q ₃₆₀	0,203

B

M - denní průtoky (hydrologické roky 1977 - 2005)	
Qm	Průtok [m ³ /s]
Q ₃₀	3,493
Q ₆₀	2,783
Q ₉₀	2,545
Q ₁₂₀	2,323
Q ₁₅₀	2,206
Q ₁₈₀	2,081
Q ₂₁₀	1,921
Q ₂₄₀	1,806
Q ₂₇₀	1,630
Q ₃₀₀	1,530
Q ₃₃₀	1,387
Q ₃₆₀	1,174

Nevýhodou čar překročení je, že zjištěnou míru variability průtoku nelze vyjádřit číselnými hodnotami, a nebere v potaz rozdílnou vodnost řek. S rostoucí vodností se totiž rozkolísanost zmenšuje a variační rozpětí roste. Proto je výhodnější použít některé ze statistických měr variability, například decilovou odchylku.

Decilová odchylka (D) je průměr odchylek jednotlivých sousedních decilů (vzorec 11), tj. hodnot průtoků, které rozdělují uspořádanou řadu denních průtoků na deset skupin o stejném počtu členů (Netopil et al., 1984). Profil Amaliendorf charakterizuje decilová odchylka D_A, Hoheneich decilová odchylka D_H.

$$D = \frac{(Q_{30} - Q_{60}) + (Q_{60} - Q_{90}) + \dots + (Q_{300} - Q_{330})}{10} = \frac{Q_{30} - Q_{330}}{10} \quad (11)$$

$$D_A = 0,668 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$D_H = 2,105 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Podle charakteristik M – denních průtoků a decilové odchylky je patrné, že rozkolísanost průtoků ve stanici Amaliendorf je menší, což je pravděpodobně z velké části způsobeno menším průtokem v měrném profilu.

S ohledem na rozdílnou vodnost řek je třeba použít relativní variaci (vzorec 12, 13), tj. podíl absolutní variace (decilové odchylky D) a průměrného průtoku Q_a (Netopil et al., 1984). Hodnota V_A odpovídá hodnotě variačního koeficientu v profilu Amaliendorf, V_H v profilu Hoheneich.

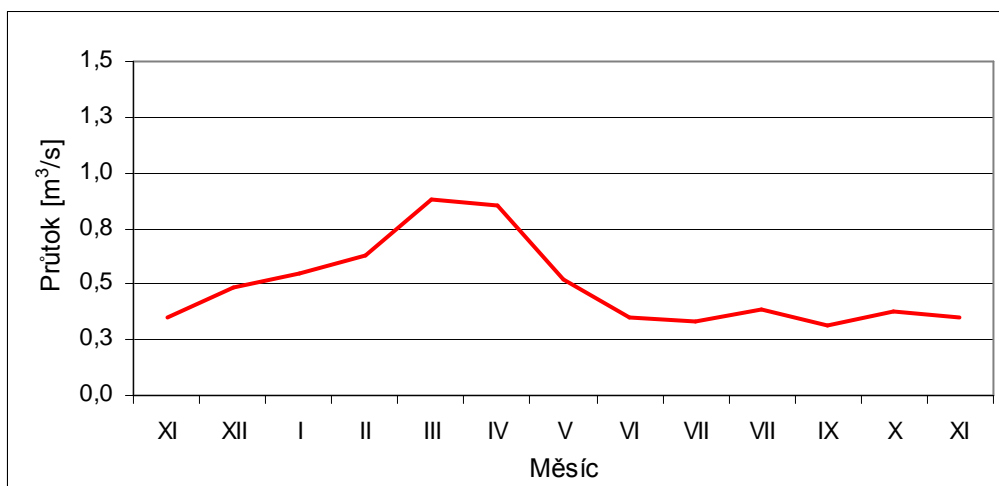
$$V_A = D_A / Q_a = 0,668 / 0,496 = 1,347 \quad (12)$$

$$V_H = D_H / Q_a = 2,105 / 2,239 = 0,94 \quad (13)$$

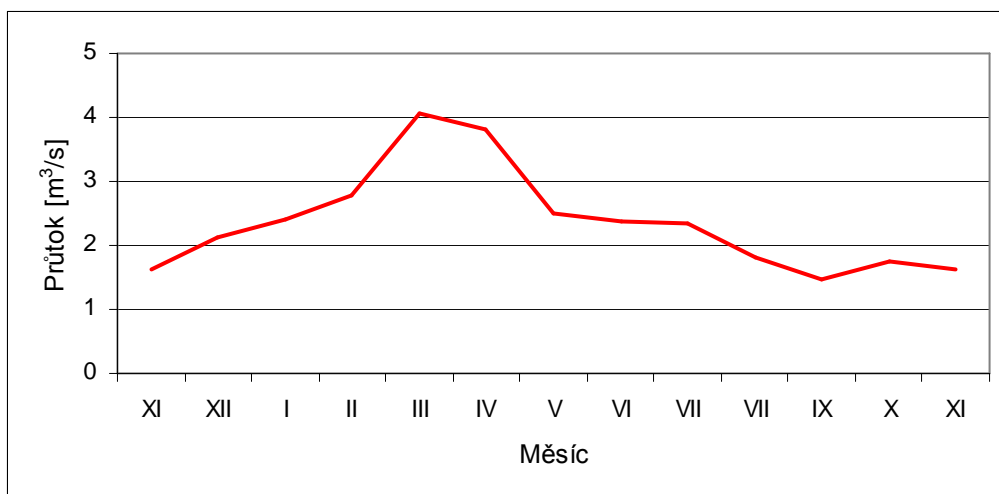
7.4 Měsíční průtoky

Rozložení odtoku v průběhu každého roku se posuzuje i podle sledu měsíčních průtoků. Průměrné rozložení pak vyjadřuje sled dlouhodobých měsíčních průtoků. Pro přehlednost je můžeme znázornit grafem, který pak slouží k posouzení odchylek rozložení odtoku v jednotlivých letech a k posouzení nadprůměrnosti a podprůměrnosti jednotlivých měsíčních průtoků (Grafy č. 8 a 9) (Netopil et al., 1984). Hodnoty průměrných měsíčních průtoků a odtoků v profilech Amaliendorf a Hoheneich jsou zaneseny v tabulce č. 9.

Oba grafy dlouhodobých měsíčních průtoků dokazují předchozí konstatování, že Skřemelice patří do kategorie řek mírných pásů, kde hlavním zdrojem vodnosti jsou dešťové srážky (menší druhotné maximum v červenci), ale maximum odtoku se projevuje na jaře (hlavní maximum v březnu a dubnu).



Graf č. 8: Rozložení dlouhodobých měsíčních průtoků v průběhu roku, Amaliendorf (1977 – 2005).
Zdroj: Lebensministerium, 2009



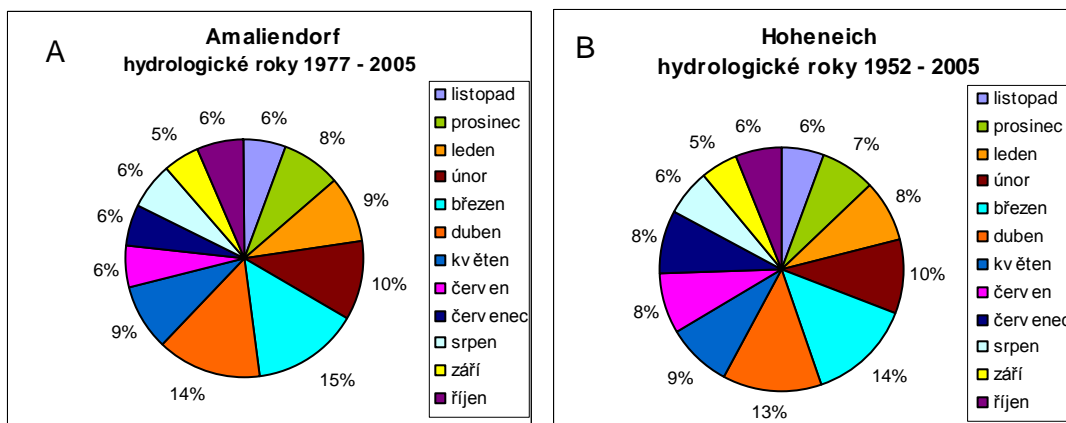
Graf č. 9: Rozložení dlouhodobých měsíčních průtoků v průběhu roku, Hoheneich (1952 – 2005).
Zdroj: Lebensministerium, 2009

Tab. č. 9: Hodnoty průměrných měsíčních průtoků ze stanic Amaliendorf a Hoheneich. Zdroj: Lebensministerium, 2009

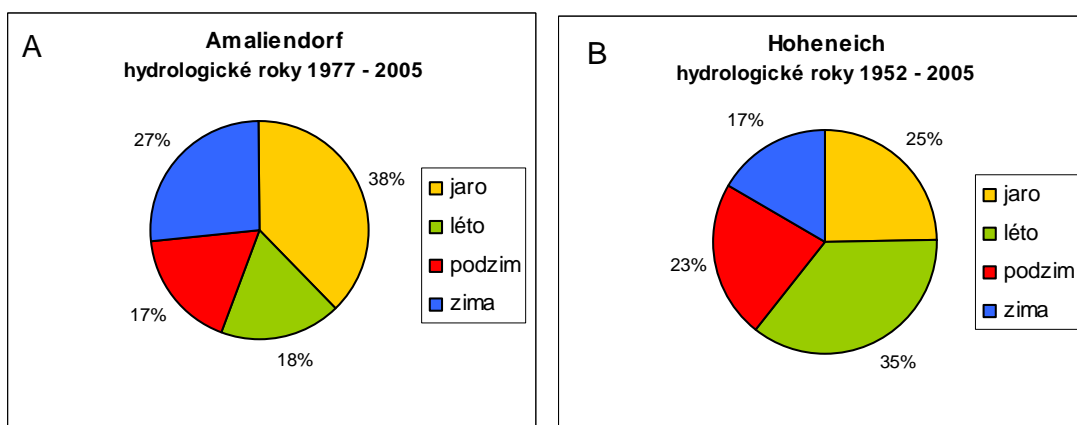
Měsíc	Amaliendorf		Hoheneich	
	Průměrný měsíční průtok [m³/s]	Průměrný měsíční odtok [km³]	Průměrný měsíční průtok [m³/s]	Průměrný měsíční odtok [km³]
leden	0,544	$1,457 \cdot 10^{-3}$	2,393	$6,409 \cdot 10^{-3}$
únor	0,631	$1,527 \cdot 10^{-3}$	2,796	$6,764 \cdot 10^{-3}$
březen	0,878	$2,352 \cdot 10^{-3}$	2,11	$5,651 \cdot 10^{-3}$
duben	0,854	$2,214 \cdot 10^{-3}$	4,062	$10,880 \cdot 10^{-3}$
květen	0,523	$1,401 \cdot 10^{-3}$	3,827	$9,920 \cdot 10^{-3}$
červen	0,354	$0,918 \cdot 10^{-3}$	2,503	$6,704 \cdot 10^{-3}$
červenec	0,336	$0,900 \cdot 10^{-3}$	2,374	$6,153 \cdot 10^{-3}$
srpen	0,385	$1,031 \cdot 10^{-3}$	2,353	$6,302 \cdot 10^{-3}$
září	0,314	$0,814 \cdot 10^{-3}$	1,825	$4,888 \cdot 10^{-3}$
říjen	0,378	$1,012 \cdot 10^{-3}$	1,463	$3,792 \cdot 10^{-3}$
listopad	0,351	$0,910 \cdot 10^{-3}$	1,76	$4,714 \cdot 10^{-3}$
prosinec	0,488	$1,307 \cdot 10^{-3}$	1,634	$4,235 \cdot 10^{-3}$

Roční chod odtoku můžeme rozložit i na odtok v jednotlivých měsících (Graf č. 10), ročních dobách a půlrocích. Odtok v letním a zimním půlroce je v obou profilech poměrně rovnoměrný, přičemž ve stanici Amaliendorf převažuje odtok v letním půlroce (52 %) a ve stanici Hoheneich naopak odtok v půlroce zimním (51%).

Podíváme-li se na grafy odtoku v jednotlivých ročních dobách vidíme, že na středním toku převažuje odtok na jaře a v zimě, naopak v závěrovém profilu převažuje v létě a na jaře (Graf č. 11).



Graf č. 10: Průměrné měsíční průtoky ve stanicích Amaliendorf (A) a Hoheneich (B). Zdroj: Lebensministerium, 2009



Graf č. 11: Průměrný odtok v ročních dobách ve stanicích Amaliendorf (A) a Hoheneich (B). Zdroj: Lebensministerium, 2009

Variační koeficient (V_m) měří současně jak variaci ve smyslu vzájemné odlišnosti všech hodnot měsíčních průtoků, tak variaci ve smyslu odlišnosti každého měsíčního průtoku (Q_m) od jejího průměru (Q_a), takže bere v potaz rozdílnou průměrnou vodnost řek (vzorec 14). Vyšší hodnota variačního koeficientu vyjadřuje vyšší variabilitu a naopak menší hodnota vyjadřuje menší variabilitu. Variační koeficient byl vypočítán na základě hodnot průtoků v profilu Hoheneich a jeho hodnota je rovna 0,918.

$$V_m = \frac{\sqrt{\frac{\sum (Q_m - Q_a)^2}{n}}}{Q_a} = \frac{\sqrt{\frac{257,523}{52}}}{2,425} = 0,918 \quad (14)$$

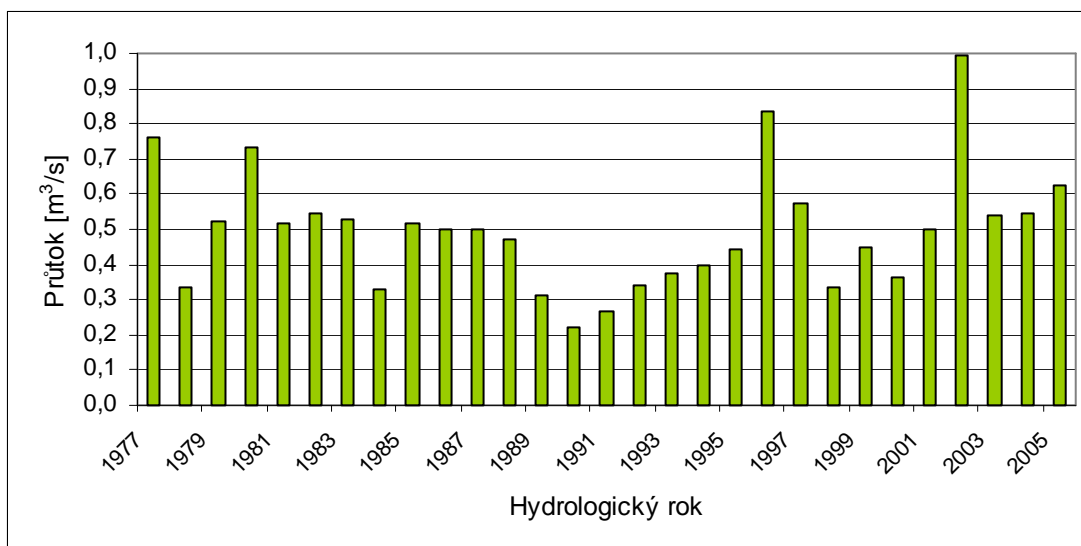
7.5 Roční průtoky

Časové rozložení odtoku z povodí souvisí se zdroji vodnosti řeky, které jsou čtyři: voda ze srážek, z periodické sněhové pokrývky, z ledovců a trvalé sněhové pokrývky a podzemní voda (Chábera a Kössl, 1999). V případě povodí Skřemelice voda z ledovců a trvalé sněhové pokrývky nehraje žádnou roli.

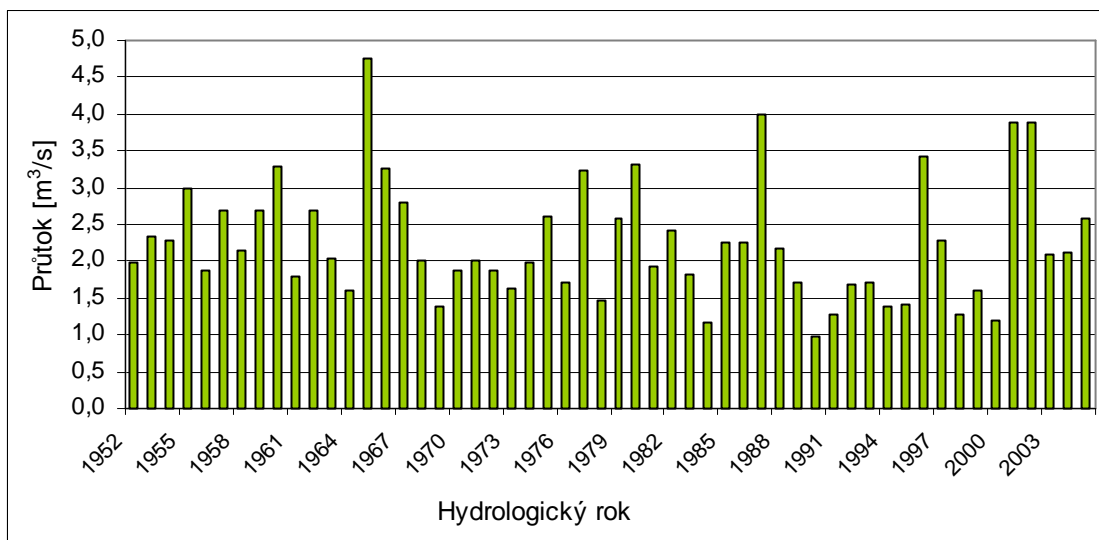
Roční vodnost toku se mění především v závislosti na množství srážek spadlém na povodí a jejich časovém rozložení, a také na množství sněhových srážek v zimě. Jejich jarní odtok může výrazně ovlivnit velikost ročního průtoku.

Z grafů č. 12 a 13 je patrné roční kolísání průtoků, přičemž měření z obou stanic zaznamenala výrazně nízké i výrazně vysoké průtoky. V celém sledovaném období kromě dvou let souhlasí nárůst či pokles hodnot průměrných ročních průtoků ve stanici Amaliendorf s nárůstem či poklesem hodnot ve stanici Hoheneich. První výjimkou je rok 1987, kdy byla hodnota průtoku ve stanici Amaliendorf shodná s průtoky v předchozích dvou letech, avšak ve stanici Hoheneich byl zaznamenán velký nárůst odtoku. Druhý případ nastal v roce 2001, kdy byl na stanici Hoheneich zaznamenán opět velký nárůst odtoku, který neodpovídal nižším průtokům ve stanici Amaliendorf. Pravděpodobnou příčinou jsou rozdílné srážkové úhrny v dílčích povodích.

Porovnáme-li si grafy průměrných ročních srážkových úhrnů ze stanic Altmans a Gmünd a průměrných ročních průtoků ze stanic Amaliendorf a Hoheneich za stejné časové období (1977 – 2001), vidíme určitou závislost. Patrné jsou výrazné poklesy srážkových úhrnů a s tím spojený pokles odtoku v letech 1978, 1984, 1990 a 1999 – 2000 a naopak nárůst v letech 1980 a 1996. Nadá se však říci, že by každá výrazná změna ve srážkových úhrnech vyvolala stejnou změnu v odtoku. Dá se tedy předpokládat vliv dalších faktorů.



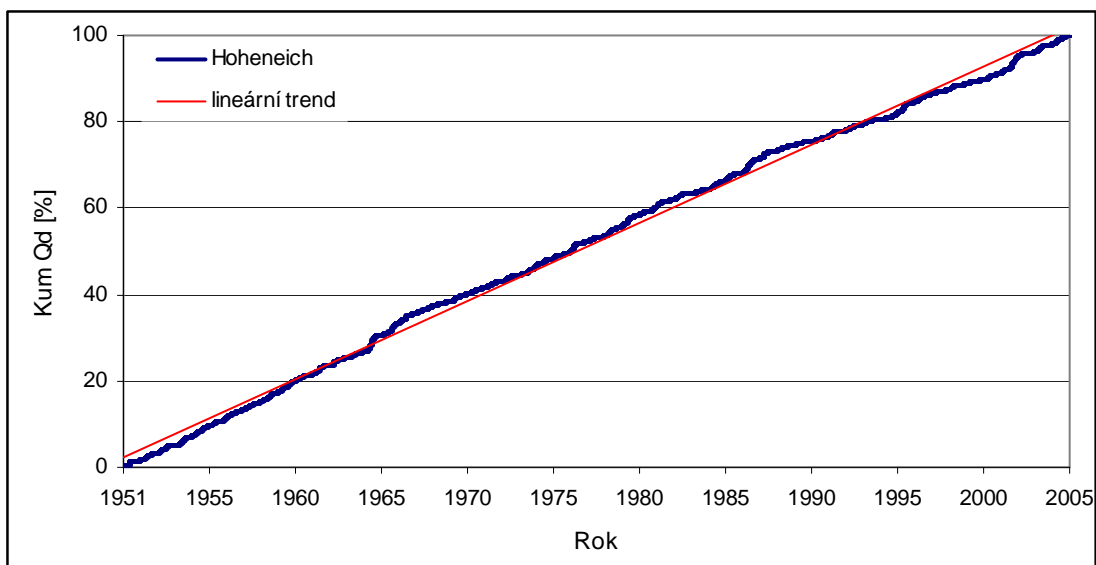
Graf č. 12: Průměrný roční průtok, Amaliendorf (1977 – 2005). Zdroj: Lebensministerium, 2009



Graf č. 13: Průměrný roční průtok, Hoheneich (1952 – 2005). Zdroj: Lebensministerium, 2009

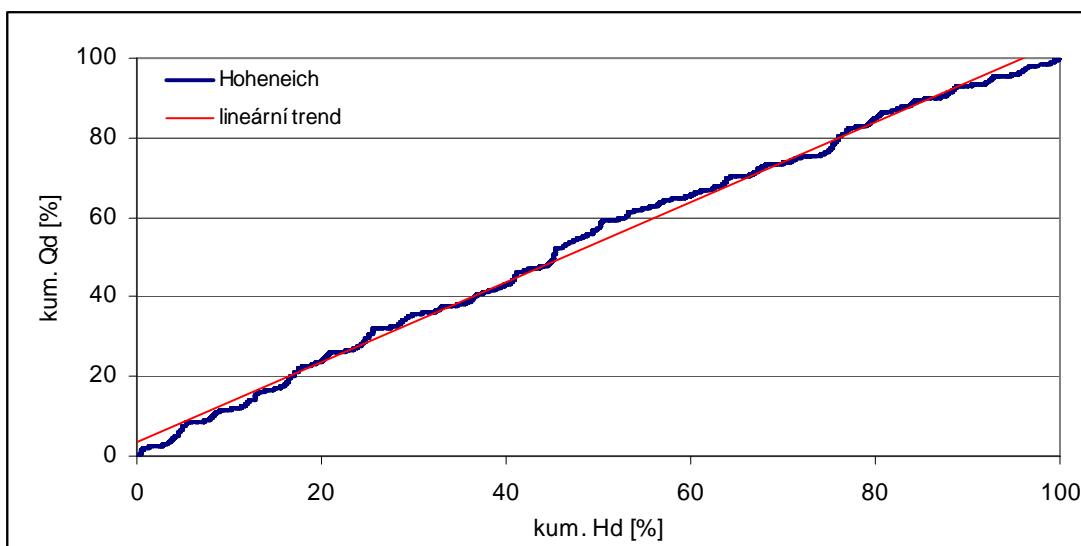
Ke zjištění významných odchylek v odtokové režimu slouží metoda jednoduchých součtových čar (Graf č. 14). Pro povodí Skřemelice byla zkonstruována jednoduchá součtová čára pro kumulované průměrné denní průtoky (Q_d) v relativní podobě, z níž je patrný nárůst či pokles odtoku v daném profilu (Kliment a Matoušková, 2007).

Mírný pokles odtoku je patrný v letech 1951 – 1959 a 1993 – 2005, naopak mírný nárůst v období 1964 – 1973, 1979 – 1983 a 1996 – 1998. Přesto však můžeme říci, že odtok v celém období je poměrně vyrovnaný.



Graf č. 14: Jednoduchá součtová čára Qd pro profil Hoheneich (1951 – 2005). Zdroj: Lebensministerium, 2009

Ke zpřesnění situace byla pro profil Hoheneich sestrojena podvojná součtová čára kumulovaných denních průtoků (Qd) a kumulovaných ročních úhrnů srážek (Hd) v relativní podobě, která lépe vystihuje změny ve vývoji odtoku patrné z předchozího grafu (Graf č. 15). Hodnoty srážkových úhrnů byly použity ze srážkoměrné stanice Altmans (Kliment a Matoušková, 2007).



Graf č. 15: Podvojná součtová čára Qd a Hd pro profil Hoheneich (1976 – 2001). Zdroj: Lebensministerium, 2009

Ke vzájemnému srovnávání řek s rozdílnou vodností a k vyjádření průměrného rozložení odtoku se používá koeficient K_r . Ten lze určit podle následujícího vztahu

$$K_r = \frac{\sum (p_i - 8,3)}{8,3}, \quad (15)$$

kde p_i je procentuální podíl každého z měsíčních odtoků na průměrném ročním odtoku a hodnota 8,3 představuje průměrný procentuální podíl každého z měsíčních odtoků ($100/12=8,3$) (vzorec 15). V případě ideálně vyrovnaného odtoku v průběhu roku bude $K_r = 0$, v případě maximálně nevyrovnaného odtoku, kdy celoroční množství vody odečte za jediný měsíc bude $K_r = 22$ (Netopil et al., 1984). Výsledná hodnota koeficientu K_r za celé sledované období se rovná hodnotě 7,007, což značí poměrně vyrovnaný roční odtok. Hodnoty K_r v období 1952 – 2005 se pohybovaly v rozmezí 4,18 až 10,63.

Roční vodnost toku lze také hodnotit pravděpodobností překročení ročních průtoků vyjadřovanou v procentech. Ta se vypočítá na základě vzorce 16

$$p = \frac{m - 0,3}{n + 0,4} * 100, \quad (16)$$

kde m je pořadové číslo ročních průtoků seřazených podle velikosti a n je počet členů řady.

Procenta pravděpodobnosti překročení ročních průtoků slouží k vyjádření jak výjimečnosti jejich výskytu, tak ke slovnímu označení míry vodnosti řek v daných rocích (Tab. č. 10). Výjimečnost výskytu se získá jako reciproká hodnota pravděpodobnosti překročení (p %) $N = 100 / p$, kde hodnota N vyjadřuje období, za které se v průměru daná roční vodnost opakuje (Tab. č. 11) (Netopil et al., 1984).

Tab. č. 10: Slovní označení míry vodnosti toku. Zdroj: Netopil et al., 1984

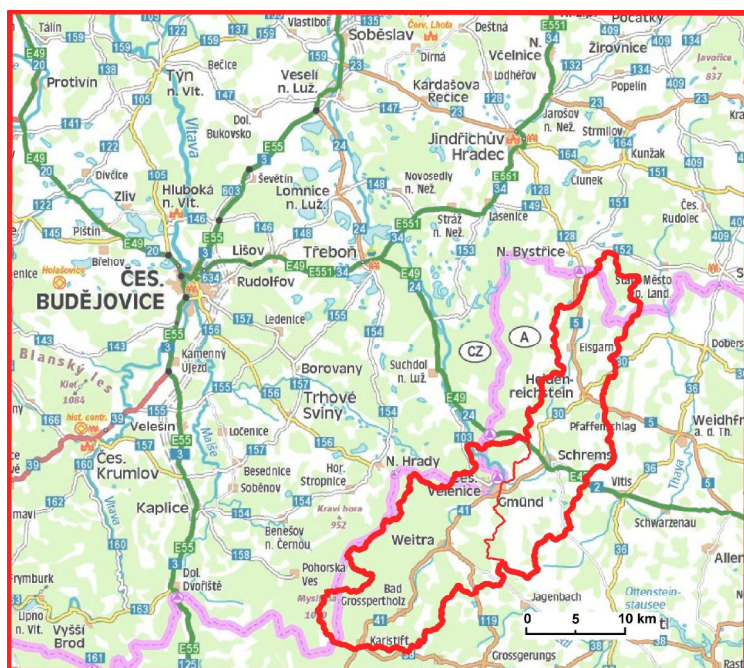
Označení míry roční vodnosti toku		%
Symbolické	Slovní	
MV	mimořádně vodný tok	0 - 10
V	vodný tok	11 - 40
P	průměrně vodný tok	41 - 60
S	málo vodný tok	61 - 90
MS	mimořádně málo vodný tok	91 - 100

Tab. č. 11: Vyjádření pravděpodobnosti překročení pro hodnoty průtoků ze stanice Hoheneich. Zdroj: Lebensministerium, 2009

Pořadí (m)	Hydrologický rok	Průtok [m ³ /s]	p [%]	Hodnocení	N
1	1965	4,743	1,287	MV	77,7
2	1987	4,003	3,125	MV	32,0
3	2001	3,881	4,963	MV	20,1
4	2002	3,881	6,801	MV	14,7
5	1996	3,431	8,640	MV	11,6
6	1980	3,315	10,478	V	9,5
7	1960	3,285	12,316	V	8,1
8	1966	3,251	14,154	V	7,1
9	1977	3,226	15,993	V	6,3
10	1955	2,989	17,831	V	5,6
11	1967	2,808	19,669	V	5,1
12	1957	2,695	21,507	V	4,6
13	1959	2,694	23,346	V	4,3
14	1962	2,684	25,184	V	4,0
15	1975	2,622	27,022	V	3,7
16	1979	2,583	28,860	V	3,5
17	2005	2,571	30,699	V	3,3
18	1982	2,428	32,537	V	3,1
19	1953	2,336	34,375	V	2,9
20	1997	2,286	36,213	V	2,8
21	1954	2,280	38,051	V	2,6
22	1986	2,265	39,890	V	2,5
23	1985	2,264	41,728	P	2,4
24	1988	2,175	43,566	P	2,3
25	1958	2,157	45,404	P	2,2
26	2004	2,116	47,243	P	2,1
27	2003	2,091	49,081	P	2,0
28	1963	2,034	50,919	P	2,0
29	1971	2,000	52,757	P	1,9
30	1968	1,999	54,596	P	1,8
31	1974	1,981	56,434	P	1,8
32	1952	1,971	58,272	P	1,7
33	1981	1,925	60,110	S	1,7
34	1972	1,887	61,949	S	1,6
35	1970	1,882	63,787	S	1,6
36	1956	1,868	65,625	S	1,5
37	1983	1,833	67,463	S	1,5
38	1961	1,783	69,301	S	1,4
39	1976	1,714	71,140	S	1,4
40	1989	1,709	72,978	S	1,4
41	1993	1,704	74,816	S	1,3
42	1992	1,697	76,654	S	1,3
43	1973	1,635	78,493	S	1,3
44	1964	1,601	80,331	S	1,2
45	1999	1,598	82,169	S	1,2
46	1978	1,471	84,007	S	1,2
47	1995	1,405	85,846	S	1,2
48	1994	1,396	87,684	S	1,1
49	1969	1,381	89,522	S	1,1
50	1991	1,287	91,360	MS	1,1
51	1998	1,280	93,199	MS	1,1
52	2000	1,184	95,037	MS	1,1
53	1984	1,179	96,875	MS	1,0
54	1990	0,975	98,713	MS	1,0

8. POROVNÁNÍ ODTOKOVÝCH POMĚRŮ HORNÍ LUŽNICE A SKŘEMELICE

Povodí horní Lužnice po soutok v Gmündu se rozkládá na ploše 311,4 km² a ze SV sousedí s povodím Skřemelice. Naprostá většina povodí se nachází v Rakousku, jen na několika místech zasahuje do České republiky (Obr. č. 5). Délka toku horní Lužnice je 41,4 km a je srovnatelná s délkou toku Skřemelice. Přestože jsou si obě povodí svou rozlohou, geografickou polohou i délkou toku podobná, jejich odtokové poměry se liší.



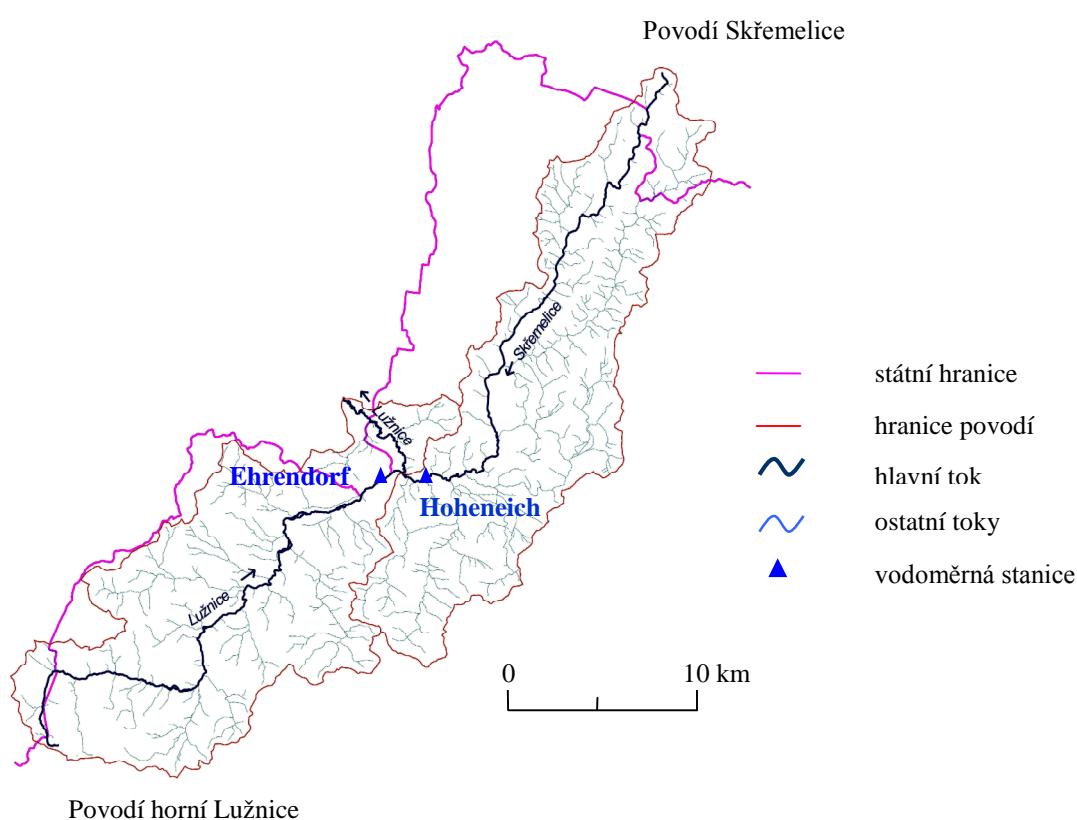
Obr. č. 5: Poloha povodí horní Lužnice a Skřemelice. Zdroj: Planstudio Praha, geodata poskytnutá RNDr. Jiřím Žaloudíkem, CSc.

Výšková členitost povodí horní Lužnice se pohybuje v rozmezí 465 – 1060 m n. m., naopak v povodí Skřemelice v rozmezí 480 – 650 m n. m. Relativní výšková členitost je tedy v povodí Lužnice výrazně vyšší, což má za následek rychlejší odtok a nižší míru infiltrace. Průměrný sklon v povodí činí 33,7 ‰, v povodí Skřemelice je to 14,6 ‰. Důvodem je poloha jižní části povodí Lužnice v Novohradských horách, kde v nadmořské výšce 980 m Lužnice pramení a dále pokračuje přibližně SV směrem k soutoku se Skřemelicí.

K porovnání průtoků poslouží data z vodoměrných stanic Hoheneich (Skřemelice) a Ehrendorf (Lužnice). Obě stanice se nacházejí nedaleko soutoku, Hoheneich ve vzdálenosti asi 1,7 km a Ehrendorf asi 3,3 km (Obr. č. 6).

Můžeme předpokládat, že lepší schopnost krajiny odvádět vodu spadlou srážkami má povodí Skřemelice, neboť má vyšší úhrnnou délku toků a s tím i související hustotu říční sítě. Úhrnná délka toků v povodí Skřemelice je rovna 401,5 km a hustota říční sítě 1,37, v povodí Lužnice je to 354,4 km a 1,13.

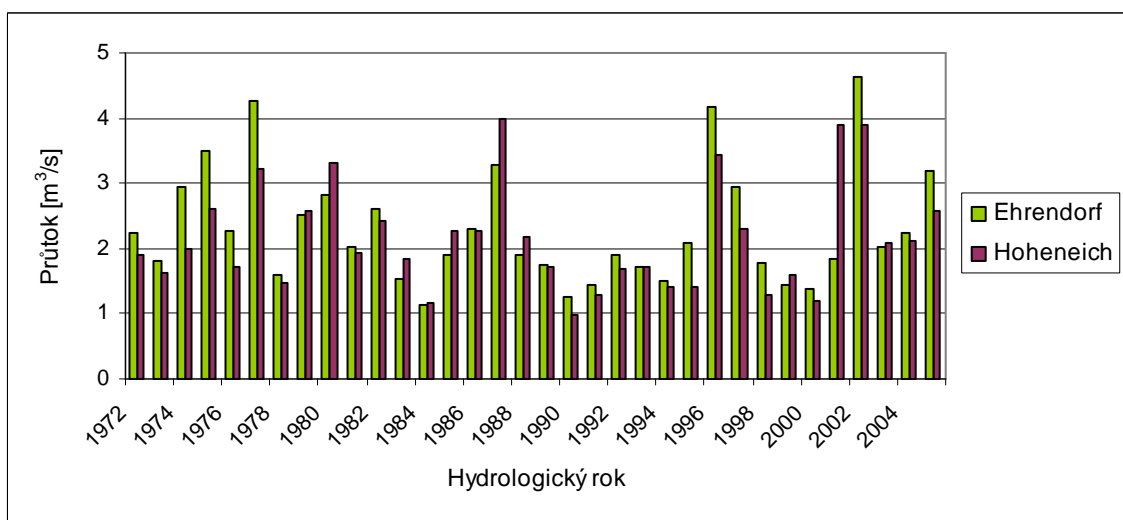
Obě povodí se liší i svým tvarem, který má velký vliv na dobu zadržení vody. Výrazně protáhlé a asymetrické je povodí Skřemelice, naopak povodí Lužnice má tvar vějířovitý a uspořádání říční sítě stromovité.



Obr. č. 6: Mapa říční sítě a vodoměrných stanic v povodí horní Lužnice a Skřemelice. Zdroj: Geodata poskytnutá RNDr. Jiřím Žaloudíkem, CSc.; vlastní zpracování v OCADu

Průměrné roční průtoky za sledované období 1972 - 2005 jsou v obou stanicích značně nevyrovnané. V některých letech jsou velikosti průtoků velmi rozdílné (1974 – 1975, 1977, 2002), ve většině jsou však průtoky srovnatelné. Přesto z grafu č. 16 ani z tabulky č. 12 nelze vysledovat dlouhodobější trend.

Porovnáme-li průměrné roční průtoky z obou stanic vidíme, že hodnoty ve stanici Hoheneich jsou vyšší pouze v necelé třetině případů. Poměr vyšších průtoků ve stanici Hoheneich ku nižším můžeme číselně vyjádřit jako 10 : 24. V tabulce č. 12 jsou vyšší hodnoty vyznačeny červeně. V posledním sloupci tabulky jsou rozdíly průtoků z obou stanic v absolutní hodnotě a červeně jsou vyznačeny ty případy, kdy průtoky byly vyšší ve stanici Hoheneich. Průměrný roční průtok za celé sledované období je o 0,147 m³/s vyšší na Lužnici v profilu Ehrendorf.

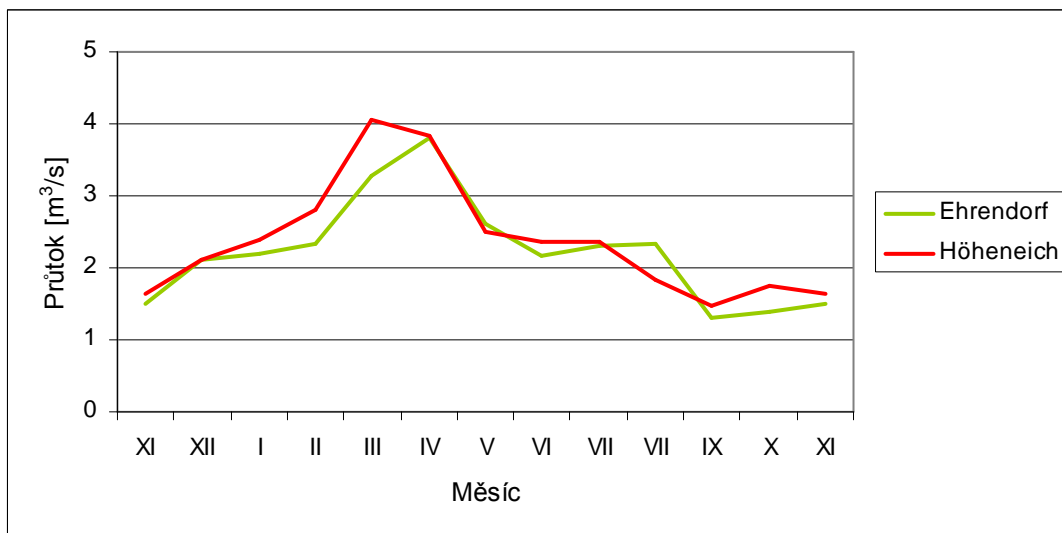


Graf č. 16: Průměrný roční průtok Lužnice (Ehrendorf) a Skřemelice (Hoheneich). Zdroj: Lebensministerium, 2009

Tab. č. 12: Hodnoty průměrných ročních průtoků Lužnice a Skřemelice. Zdroj: Lebensministerium, 2009

Hydrologický rok	Průměrný roční průtok [m ³ /s]			Hydrologický rok	Průměrný roční průtok [m ³ /s]		
	Hoheneich	Ehrendorf	rozdíl		Hoheneich	Ehrendorf	rozdíl
1972	1,887	2,247	0,360	1990	0,975	1,247	0,272
1973	1,635	1,800	0,165	1991	1,287	1,441	0,154
1974	1,981	2,936	0,955	1992	1,697	1,906	0,209
1975	2,622	3,512	0,890	1993	1,704	1,726	0,022
1976	1,714	2,270	0,556	1994	1,396	1,508	0,112
1977	3,226	4,277	1,051	1995	1,405	2,085	0,680
1978	1,471	1,600	0,129	1996	3,431	4,172	0,741
1979	2,583	2,507	0,076	1997	2,286	2,958	0,672
1980	3,315	2,811	0,504	1998	1,28	1,789	0,509
1981	1,925	2,014	0,089	1999	1,598	1,444	0,154
1982	2,428	2,614	0,186	2000	1,184	1,367	0,183
1983	1,833	1,535	0,298	2001	3,881	1,836	2,045
1984	1,179	1,136	0,043	2002	3,881	4,624	0,743
1985	2,264	1,912	0,352	2003	2,091	2,035	0,056
1986	2,265	2,295	0,030	2004	2,116	2,249	0,133
1987	4,003	3,293	0,710	2005	2,571	3,187	0,616
1988	2,175	1,914	0,261	průměr	2,147	2,294	0,147
1989	1,709	1,758	0,049				

Přestože průměrný roční průtok je vyšší ve stanici Ehrendorf, průměrné měsíční hodnoty průtoků jsou po většinu roku vyšší ve stanici Hoheneich na Skřemelici (Graf č. 17). Pouze v průběhu třech měsíců (květen, srpen a prosinec) je průměrný průtok vyšší na Lužnici (Tab. č. 13). Kromě měsíců březen a srpen, kdy jsou v rozdíly v průtocích vyšší, jsou hodnoty poměrně srovnatelné. V tabulce č. 13 jsou červeně vyznačeny ty hodnoty průtoků v profilu Hoheneich, které jsou vyšší než v profilu Ehrendorf.

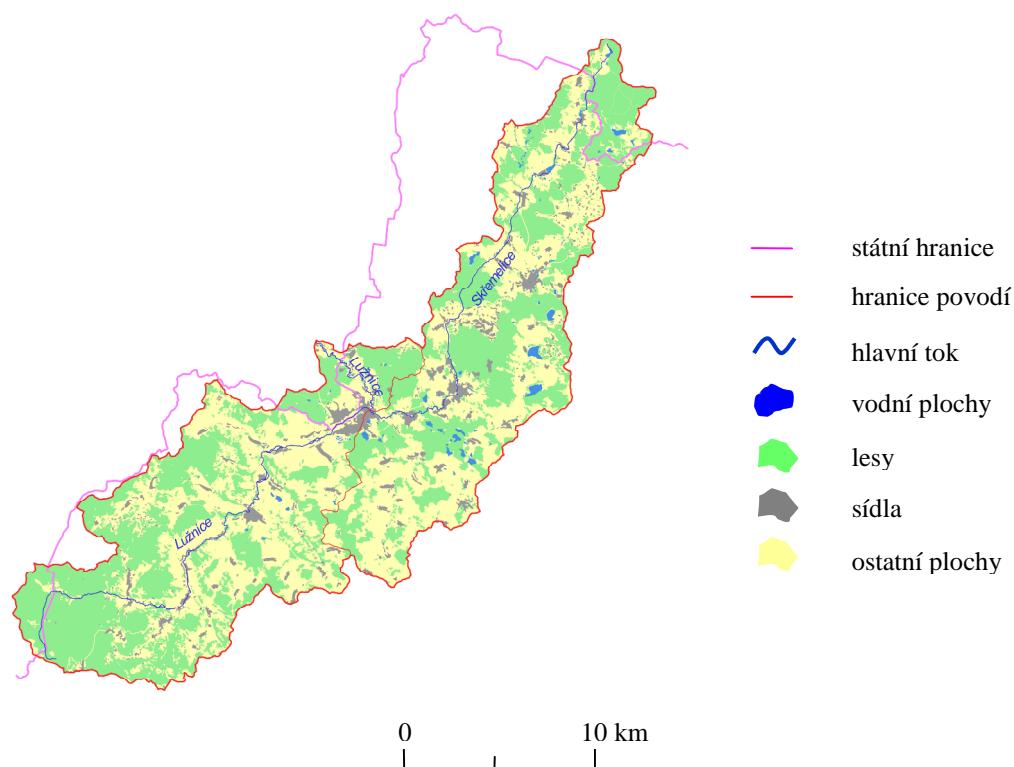


Graf č. 17: Rozložení dlouhodobých měsíčních průtoků v průběhu roku za období 1971 – 2005 ve stanicích Hoheneich (Skřemelice) a Ehrendorf (Lužnice). Zdroj: Lebensministerium, 2009

Tab. č. 13: Hodnoty průměrných měsíčních průtoků na stanicích Hoheneich a Ehrendorf. Zdroj: Lebensministerium, 2009

Měsíc	Průměrný měsíční průtok [m³/s]	
	Hoheneich	Ehrendorf
leden	2,393	2,207
únor	2,796	2,326
březen	4,062	3,287
duben	3,827	3,803
květen	2,503	2,600
červen	2,374	2,166
červenec	2,353	2,301
srpen	1,825	2,347
září	1,463	1,315
říjen	1,76	1,394
listopad	1,634	1,487
prosinec	2,11	2,124

Značný vliv na odtokové poměry v povodí má mimo jiné vegetace a využití půdy. Účinky mohou být pozitivní i negativní, záleží jaký druh vegetace v povodí převládá nebo jak jsou jednotlivé druhy v povodí zastoupeny a rozmístěny. Na obrázku č. 7 je znázorněno využití půdy v obou povodích. Porovnáme-li procentuální zastoupení jednotlivých ploch, zjistíme, že situace je poměrně podobná. Plocha lesů zaujímá v povodí Skřemelice asi 48 %, v povodí Lužnice asi 46,7 %. Vodní plochy výrazně převažují v povodí Skřemelice, zde zaujímají 1,8 % plochy, v povodí Lužnice pouhých 0,3 %. Vzhledem ke své poloze v Novohradských horách má povodí Lužnice nižší relativní zastoupení sídel, asi 4 % oproti 6,3 % v povodí Skřemelice. Ostatní plochy zahrnující převážně louky a pole zaujímají v povodí Skřemelice asi 43,9 % plochy a v povodí Lužnice 49 %.



Obr č. 7: Využití půdy v povodí horní Lužnice a Skřemelice. Zdroj: Geodata poskytnutá RNDr. Jiřím Žaloudíkem, CSc.

9. DISKUZE

Cílem této bakalářské práce bylo zhodnotit srážkové a odtokové poměry v povodí Skřemelice a porovnat odtokové poměry v povodí Skřemelice a horní Lužnice. Tomu předcházela podrobná charakteristika zájmového území, z níž vycházejí následující poznatky.

Povodí Skřemelice ležící převážně na území Rakouska se rozkládá na žulovém podloží moldanubického plutonu v Novobystřické vrchovině, která směrem do Dolního Rakouska přechází ve Waldviertel. Protáhlé povodí je výrazně asymetrické a nachází se v něm značné množství rybníků majících vliv na srážko-odtokový proces.

Za posledních 40 let mi byly dostupné pouze dva údaje o zalesněnosti povodí, z nichž vyplývá příznivá informace, že plocha lesních porostů se zvýšila asi o 8 %. Lesní porosty působí na odtok srážkové vody velmi pozitivně. Prostřednictvím protierozních účinků, zvyšování drsnosti terénu a intercepce přispívají k jeho vyrovnaní a v celkové bilanci oběhu vody mohou lesní porosty zvyšovat podíl výparu. Nicméně jak uvádí Netopil a kolektiv (Netopil et al., 1984), pozitivní účinky lesa na odtok nemusí být zcela jednoznačné. Záleží především na jeho stáří, zakmenění, druhové skladbě a také na tom, zda je skladba původní nebo druhotná a pozměněná. V konečném důsledku tedy může dojít k tomu, že mělce zakořeněné smrkové monokultury budou mít méně příznivý vliv na odtok než jiný druh vegetace.

Podíváme-li se na vypočítané hodnoty průtoků za celé sledované období zjistíme, že rozložení dlouhodobého měsíčního odtoku zcela odráží fakt, že Skřemelice patří do skupiny Středoevropských řek, kde hlavní maximum vodních stavů je na jaře v době tání sněhu a druhotné maximum v létě v důsledku dešťových srážek. Minimum odtoku bývá koncem léta (Graf č. 8 a 9).

Použitím metody jednoduchých a podvojných součtových čar můžeme sledovat změny ve srážko-odtokovém procesu. Obě metody naznačují určité trendy v dlouhodobém vývoji odtoku Skřemelice, jsou zde období střídavě s nižším i vyšším odtokem, ale z obou vyplývá, že v průběhu sledovaného období nedocházelo k výraznějším odchylkám v odtoku. Jedinou výjimku tvoří rozmezí let 1975 – 1982 s mírně zvýšeným odtokem (Graf č. 14 a 15)

Porovnáme-li průměrné roční průtoky se srážkovými úhrny za celé sledované období vidíme, že v mnoha případech nárůst srážkových úhrnů zapříčinil zvýšení odtoku a naopak (Graf č. 3 a 12). Zvýšené srážkové úhrny doprovázené zvýšeným odtokem jsou zejména patrné v těchto letech: 1977, 1980, 1987 a 1996, naopak snížený odtok spolu s nižšími srážkovými úhrny je patrný v letech 1976, 1978, 1990 – 1995 a 1999. Dá se tedy

předpokládat, že množství srážek má nejvýraznější vliv na odtok vody z povodí. Tento fakt se nepřímo projevuje na jaře, kdy se v důsledku tání sněhové pokrývky zvýší průtok, a přímo se projevuje v létě nárůstem odtoku zapříčiněným vyššími srážkovými úhrny (Graf č. 2 a 9).

Existuje několik metod, jak vypočítat průměrnou výšku srážek v povodí, a některé z nich jsou v této práci uvedeny. Pro výpočet průměrné výšky srážek v povodí byla použita metoda součtová. Hodnota vypočítaná touto metodou se rovná 666,9 mm. Avšak ke zpřesnění výsledku, z důvodu malého počtu stanic a jejich nepravidelného rozmístění, by bylo vhodné použít i jinou metodu.

Přestože nebyla k dispozici data srážkových úhrnů z povodí Lužnice, můžeme předpokládat, že vlivem vyšší nadmořské výšky povodí jsou hodnoty o něco vyšší než v povodí Skřemelice.

Obě povodí jsou si velmi podobná svou rozlohou, geografickou polohou, délkou toku i využitím půdy a proto bylo zajímavé porovnat jejich odtokový režim. Vzhledem k výrazně vyšší relativní členitosti reliéfu v povodí Lužnice a tím nižší infiltraci se dalo předpokládat, že odtok z povodí bude vyšší než v povodí Skřemelice. Vypočítáním průměrných ročních průtoků se tato domněnka potvrdila. Během sledovaného období (1972 – 2005) byl průtok v obou stanicích poměrně nevyrovnaný, ale ve většině případů byl vyšší průtok v profilu Ehrendorf. Jen 10 průměrných ročních průtoků v povodí Skřemelice bylo vyšších než ve druhém povodí a 24 nižších. Dlouhodobý roční průtok je vyšší ve stanici Ehrendorf v povodí Lužnice, avšak jen s velmi malým rozdílem ($0,147 \text{ m}^3/\text{s}$). Hodnoty ročních průtoků se pohybovaly v rozmezí přibližně $1 - 4 \text{ m}^3/\text{s}$ v profilu Hoheneich a $1,1 - 4,6 \text{ m}^3/\text{s}$ v profilu Ehrendorf, je tedy zřejmé, že horní Lužnice měla o málo vyšší rozkolísanost průtoků

Ačkoliv se dalo očekávat, že v povodí horní Lužnice ležícím ve vyšších nadmořských výškách v údolí Novohradských hor, kde jsou vyšší hodnoty sněhových charakteristik a pravděpodobně vyšší srážkové úhrny, budou dlouhodobé měsíční průtoky vyšší, nebylo tomu tak. Hodnoty průměrných měsíčních průtoků jsou po většinu roku vyšší ve stanici Hoheneich na Skřemelici. Pouze v průběhu třech měsíců (květen, srpen a prosinec) je průměrný průtok vyšší v profilu Ehrendorf. Nejvyšší rozdíl hodnot je v březnu a činí $0,78 \text{ m}^3/\text{s}$.

Jedním z důvodů, proč tomu tak je, může být fakt, že povodí Skřemelice má větší hustotu říční sítě (1,37) a tím i lepší schopnost krajiny odvádět vodu spadlou srážkami.

10. ZÁVĚR

V této práci byla na základě dostupných dat provedena analýza srážko-odtokového procesu v povodí Skřemelice, které předcházela podrobná charakteristika přírodních podmínek, vlastností povodí a říční sítě. Výsledkem je řada grafů, tabulek a výpočtů, které odráží srážkové a odtokové poměry v povodí.

V druhé části práce byly porovnány odtokové poměry dvou sousedících povodí – Skřemelice a horní Lužnice. Analýza ukázala, že obě povodí jsou si velmi podobná, jak z hlediska rozlohy povodí, geografické polohy a délky toku, tak z hlediska málo odlišných odtokových poměrů.

Analýza srážko-odtokového procesu je základem pro pochopení koloběhu vody v krajině. Na jeho vývoj však mají vliv i další faktory, zejména odchylky ve vývoji teplotních poměrů, které následně ovlivňují sněhové charakteristiky a celkovou hydrologickou bilanci, a antropogenní zásahy do povodí, jako například úprava říční sítě, hydromeliorační opatření nebo změny ve využití krajiny.

11. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERATURY

11.1. Literatura

- ALBRECHT, J. (2003): Chráněná území ČR: Českokbudějovicko VIII. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 807 s.
- BALATKA, B., KALVODA, J. (2006): Geomorfologické členění reliéfu Čech. Kartografie Praha, Praha, 79 s.
- BOUČEK, B. (1963): Geologie II. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 729 s.
- CULEK, M. (Ed.) (1996): Biogeografické členění České republiky. Enigma, Praha, 347 s.
- ČERMÁK, M. (1970): Aplikovaná hydrologie: povrchové vody. Hydrometeorologický ústav, Praha, 155 s.
- DEMEK, J. (1965): Geomorfologie Českých zemí. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 335 s.
- DUB, O. (1963): Hydrológia, hydrografia, hydrometria. Slovenské vydavateľstvo technickej literatúry, Bratislava, 528 s.
- CHÁBERA, S. (1998): Fyzický zeměpis jižních Čech. Jihočeská univerzita, České Budějovice, 139 s.
- CHÁBERA, S., KÖSSL, R. (1999): Základy fyzické geografie (přehled hydrogeografie). Jihočeská univerzita, České Budějovice, 159 s.
- CHLUPÁČ, I. at al. (2002): Geologická minulost České republiky. Academia, Praha, 436 s.
- JANEČEK, M. (1969): Začlenění rybníků do krajiny. In: Kolektiv autorů: Problematika rybníčních nádrží. Dům techniky ČSVTS, České Budějovice, s. 5 – 13.
- KEMEL, M., KOLÁŘ, V. (1980): Hydrologie. České vysoké učení v Praze, Praha, 259 s.
- KLIMENT, Z., MATOUŠKOVÁ, M. (2007): Změny srážko-odtokových poměrů v pramenných oblastech povodí Otavy. In: Langhammer, J. (Ed.): Povodně a změny v krajině. PřF UK, Praha, s. 317 - 330.
- Kolektiv autorů (1965): Hydrologické poměry ČSSR díl I. - text. Hydrometeorologický ústav, Praha, 414 s.
- NETOPIL, R. et al. (1984): Fyzická geografie I. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 273 s.
- QUITT, E. (1971): Klimatické oblasti Československa. Geografický ústav ČSAV, Brno, 82 s.

RETTICHOVÁ, Z. (2007): Srážko-odtokové vztahy povodí Horní Lužnice. Bakalářská práce, PřF UK, KFGG, Praha, 62 s.

SMOLÍK, L. (1957): Pedologie. Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 399 s.

ŠVEC, R., NEKOVÁŘ, F., VOJTĚCH, S. (1967): Zeměpisný obraz Jihočeského kraje II. Pedagogická fakulta v Českých Budějovicích, České Budějovice, 123 s.

TOLASZ, R. (Ed.) (2007): Atlas podnebí Česka. ČHMÚ, Univerzita Palackého v Olomouci, Praha, 256 s.

TOMÁŠEK, M. (2003): Půdy České republiky. Česká geologická služba, Praha, 68 s.

VOLKOVÁ, A. (2007): Fyzickogeografická charakteristika povodí Stropnice. Bakalářská práce, PřF UK, KFGG, Praha, 58 s.

11.2 Datové, mapové a internetové zdroje

Cykloturistická a turistická mapa 1 : 25 000, Novobystřicko – Erlebnisregion Waldviertel Nord, Geodézie On Line, 2006.

Cykloturistická a turistická mapa 1 : 25 000, Vitorazsko – Kleinregion Waldviertel Stadtländ, Geodézie On Line, 2006.

Databáze průtoků z rakouských stanic Amaliendorf, Hoheneich a Ehrendorf: Lebensministerium [online]. [cit. 2009-4-12]. Dostupný z WWW: <http://gis.lebensministerium.at/ehyd/frames/index.php?&gui_id=eHYD>

Databáze srážkových úhrnů z rakouských stanic Gmünd, Pfaffenschlag, Reinberg – Dobersberg, Altmans a Haugschlag: Lebensministerium [online]. [cit. 2009-4-12]. Dostupný z WWW: <http://gis.lebensministerium.at/ehyd/frames/index.php?&gui_id=eHYD>

Databáze srážkových úhrnů ze stanice Nová Bystřice. Pobočka ČHMÚ v Českých Budějovicích.

Geodata z modelového území poskytnutá RNDr. Jiřím Žaloudíkem, CSc. z Biologického centra AVČR v Českých Budějovicích.

CHÁB, J., STRÁNÍK, Z., ELIÁŠ, M. (2007): Geologická mapa České republiky 1 : 500 000. Česká geologická služba, Praha.

Ministerstvo životního prostředí České republiky [online]. [cit. 2009-08-02]. Dostupný z WWW: <[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kvantitativni_monitoring/\\$FILE/OOV-KvantMon_PV-20070601.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kvantitativni_monitoring/$FILE/OOV-KvantMon_PV-20070601.pdf)>

Naturpark Blocheide Gmünd-Eibenstein [online]. [cit. 2009-6-23]. Dostupný z WWW: <http://www.blockheide.at/index.php?option=com_content&task=view&id=13&Itemid=26>.

Österreichische Naturparke [online]. [cit. 2009-6-23]. Dostupný z WWW:
<<http://www.naturparke.at/de/Naturparke/Niederoesterreich>>.

12. SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ A TABULEK

Obr. č. 1: Rozmístění vodoměrných a srážkoměrných stanic v povodí Skřemelice

Obr. č. 2: Vymezení povodí Skřemelice

Obr. č. 3: Říční síť v povodí Skřemelice

Obr. č. 4: Využití půdy v povodí Skřemelice

Obr. č. 5: Poloha povodí horní Lužnice a Skřemelice

Obr. č. 6: Mapa říční sítě a vodoměrných stanic v povodí horní Lužnice a Skřemelice

Obr. č. 7: Využití půdy v povodí horní Lužnice a Skřemelice

Graf č. 1: Podélný profil povodí Skřemelice

Graf č. 2: Průměrné měsíční úhrny srážek (Altmans, Reinberg-Dobersberg)

Graf č. 3: Průměrné roční úhrny srážek (Altmans, Reinberg-Dobersberg)

Graf č. 4: Průměrné roční úhrny srážek (Haugschlag, Pffafenschlag, Gmünd, N. Bystřice)

Graf č. 5: Průměrné rozložení srážkových úhrnů v ročních obdobích ve stanici Altmans (A) a
Reinberg-Dobersberg (B)

Graf č. 6: Čára překročení průměrných denních průtoků, Hoheneich (1952 – 2005)

Graf č. 7: Čára překročení průměrných denních průtoků, Amaliendorf (1977 – 2005)

Graf č. 8: Rozložení dlouhodobých měsíčních průtoků v průběhu roku,
Amaliendorf (1977 – 2005)

Graf č. 9: Rozložení dlouhodobých měsíčních průtoků v průběhu roku,
Hoheneich (1952 – 2005)

Graf č. 10: Průměrné měsíční průtoky ve stanicích Amaliendorf (A) a Hoheneich (B)

Graf č. 11: Průměrný odtok v ročních dobách ve stanicích Amaliendorf (A) a Hoheneich (B)

Graf č. 12: Průměrný roční průtok, Amaliendorf (1977 – 2005)

Graf č. 13: Průměrný roční průtok, Hoheneich (1952 – 2005)

Graf č. 14: Jednoduchá součtová čára Qd pro profil Hoheneich (1951 – 2005)

Graf č. 15: Podvojná součtová čára Qd a Hd pro profil Hoheneich (1976 – 2001)

Graf č. 16: Průměrný roční průtok Lužnice (Ehrendorf) a Skřemelice (Hoheneich)

Graf č. 17: Rozložení dlouhodobých měsíčních průtoků v průběhu roku za období
1971 – 2005 ve stanicích Hoheneich (Skřemelice) a Ehrendorf (Lužnice)

- Tab. č. 1: Charakteristiky klimatických oblastí
- Tab. č. 2: Vybrané hydrografické charakteristiky
- Tab. č. 3: Srážkoměrné stanice v povodí Skřemelice
- Tab. č. 4: Srážkoměrné stanice v těsné blízkosti povodí Skřemelice
- Tab. č. 5: Hodnoty průměrných měsíčních úhrnů srážek za období 1976 - 2001
- Tab. č. 6: Hodnoty průměrných ročních srážkových úhrnů
- Tab. č. 7: Vodoměrné stanice v povodí Skřemelice
- Tab. č. 8: M – denní průtoky ve stanici Amaliendorf (A) a Hoheneich (B)
- Tab. č. 9: Hodnoty průměrných měsíčních průtoků ze stanic Amaliendorf a Hoheneich
- Tab. č. 10: Slovní označení míry vodnosti toku
- Tab. č. 11: Vyjádření pravděpodobnosti překročení pro hodnoty průtoků ze st. Hoheneich
- Tab. č. 12: Hodnoty průměrných ročních průtoků Lužnice a Skřemelice
- Tab. č. 13: Hodnoty průměrných měsíčních průtoků na stanicích Hoheneich a Ehrendorf